

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ В.А.Пасічник

(підпис)

“ ” _____ 2019 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки -

6.050503 Машинобудування

(код і назва)

на тему: свердло спіральне

Виконав: студент III курсу, групи МІ-пб1

(шифр групи)

Бобков Денис Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник: Майданюк Сергій Володимирович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант _____

(назва розділу)

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) Механіко-машинобудівний

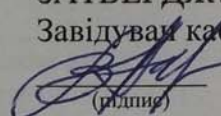
Кафедра «Інтегровані технології машинобудування»

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 В.А.Пасічник
(підпис)

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Бобкову Денису Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Свердло спіральне

керівник проекту ас. Майданюк Сергій Володимирович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту Матеріал Деталі – алюмінієвий сплав;
Отвір під шпильку – Ø91; верстат – вертикально-свердильний.

4. Зміст пояснювальної записки Аналіз конструктивних елементів свердла.
Розробка конструкції свердла. Розробка технологічного процесу виготовлення.
Розробка пристрою для закріплення свердла. Продовження інструменту
для утворення спіральної канавки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) Аналіз. Робочі креслення свердла
та 3D-модель. Графічне розкриття технологічного процесу. Продовження
інструменту для утворення спіральної канавки свердла. Визначення

установих параметрів для загострення свердла. Пристрій для загострення свердла.

6. Консультанти розділів проекту*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Аналіз констр. елем. спіральн. свердла.	18.03.2019	<i>Смак</i>
2.	Проект спірального свердла	11.04.2019	<i>Смак</i>
3.	Аналіз та видн. установих параметрів для загострення свердла.	25.04.2019	<i>Смак</i>
4.	Розр. технол. процесу виготовл. свердла.	16.05.2019	<i>Смак</i>
5.	Прог. інстр. для утвор. струж. канавки	29.05.2019	<i>Смак</i>
6.	Оформлен. пояснювальної записки	04.06.2019	<i>Смак</i>
7.	Представл. проекту до захисту.	07.06.2019	<i>Смак</i>

Студент

Бобнов
(підпис)

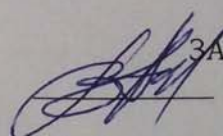
В.С. Бобнов
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

Смак
(підпис)

С.В. Майданюк
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено керівника дипломного проекту.

 ЗАТВЕРДЖУЮ
В.А.Пасічник
Від "___" _____ 2018 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ ДО ПРОЕКТУ	
Тема проекту	Свердло спіральне
Зміст проекту	Аналіз конструктивних елементів свердла. Розробка конструкції свердла. Розробка технології виготовлення. Розробка пристрою для розточування свердла.
Технічні умови до проекту	1. Матеріал деталі — профіль з алюмінієвого сплаву 2. Отвір під гвинт — $\varnothing 9,1$ 3. Верстат — вертикально-свердильний.
Особливі вимоги	

ЛИСТ	ЗМІСТ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ
СП	Аналіз конструктивних елементів свердла
ОП	Робоче креслення свердла
ТС	Графічне зображення операцій технологічного процесу: - фрезерня - заточня
СК	Пристрій для згострення свердла.
СП	Визначення установчих параметрів для згострення свердла.
НУ	Профілювання свердла для утворення стружкового каналу свердла.
Студент <u>Бобков Д.С.</u> дата "___" ____ 20__ р. Викладач <u>Майданюк С.В.</u> дата "___" ____ 20__ р.	

Прийняті позначення:

СП – стан питання.
 ОП – об'єкт проектування.
 ТС – технологічна складова.

КС – конструкторська складова.
 СП – спеціальна складова.
 НУ – наукова складова.

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Свердло спіральне

Київ – 2019 року

АНОТАЦІЯ

Дана дипломна робота присвячена проектуванню свердла діаметром 9.1 для обробки отворів в профілях з алюмінієвого сплаву АТ31Т. Були розглянуті стандартні конструкції свердл та конструкції різних фірм-виробників, проведений аналіз свого інструменту. Розроблена 3D модель спірального свердла, за допомогою моделювання по методикам профілювання вихідної інструментальної поверхні у середовище AutoDesk Inventor було спрофільовано вихідну інструментальну поверхню для гвинтової канавки та виконано дослідження впливу установчих параметрів на її профіль. Розроблено складальне креслення та технологія виготовлення спірального свердла. Розроблено пристосування для загострення свердла, визначено установчі параметри для загострення. Для підтвердження доцільності проектного інструменту, на виробничій ділянці, проведено порівняльні випробування з іншими свердлами, що використовуються на підприємстві.

Ключові слова: свердло, алюміній, профілювання, інструментальна поверхня, загострення, випробування.

Мова – укр.

Автор: ст. гр. МІ-пб1 Бобков Д.С., під керівництвом асист. Майданюк С.В.

					ДПБ МІ-пб101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ANOTATION

This thesis is devoted to the design of a drill with a diameter of 9.1 for treatment of openings in profiles of aluminum alloy AT31T. Were considered the standard designs of drills and structures of different manufacturers, conducted an analysis of its tool. A 3D model of the spiral drill was developed, using the AutoDesk Inventor profiling technique, profiling the original instrumental surface for the screw groove and studying the influence of the constitutive parameters on its profile was analyzed using profiling methods of the original instrumental surface. The assembly drawing and manufacturing technology of the spiral drill are developed. The device for the sharpening of the drill is developed, the set parameters for the exacerbation are determined. To confirm the appropriateness of the projected instrument, at the production site, comparative tests were performed with other drills used in the enterprise.

Key words: drill, aluminum, profiling, tool surface, exacerbation, testing.

Key words: drill, aluminum, profiling, tool surface, exacerbation, testing.

Language - en.

Author: St. gr. MI-p61 Bobkov D.S., under the guidance of an assistant.
Maidaniuk S.V.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ СВЕРДЛА.....	
1.1 Характеристика оброблюваного матеріалу.....	
1.2 Проблеми які виникають в процесі обробки отворів в профілях з алюмінієвого сплаву.....	
1.3 Можливі варіанти вирішення проблем які виникають в процесі обробки отворів в профілях з алюмінієвого сплаву.....	
1.4 Аналіз конструктивних елементів спіральних свердел.....	
1.5 Вибір конструкції свердла.....	
2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СВЕРДЛА СПІРАЛЬНОГО	
2.1 Вибір матеріалу свердла.....	
2.2 Геометричні параметри свердла.....	
2.2.1 Загальна характеристика.....	
2.2.2 Вибір геометричних параметрів свердла.....	
3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	
3.1 Технічні вимоги на виготовлення свердла.....	
3.2 Базовий технологічний процес виготовлення свердла.....	
3.3 Аналіз базового технологічного процесу.....	
3.4 Маршрутний технологічний процес виготовлення свердла.....	
3.5 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	
3.6 Розрахунок режимів різання.....	
3.7 Розрахунок норм часу.....	
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	
4.1 Профілювання інструменту другого порядку в системі CAD.....	
4.1.1 Профілювання інструменту другого порядку на основі 3D моделювання в CAD системі.....	

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ						
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив.		Бобков Д.С			ЗМІСТ			Літ.	Аркуш	Аркушів	
Перевірив.		Майданюк С.В.									
Н. Контр.								НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» ММІ			
Затверд.											

4.1.2 Дослідження впливу установчих параметрів на профіль вихідну інструментальну поверхню	
4.3 Розробка пристосування для загострення свердла	
4.2.1 Геометрія задньої поверхні свердла.....	
4.2.2 Геометричні параметри ріжучої частини свердла.....	
4.2.3 Визначення параметрів установки свердла при заточуванні по конічним поверхням.....	
ДОДАТКИ.....	
Література.....	

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Алюміній – метал третього тисячоліття, який змінив якість нашого життя. Алюмінієві конструкції, алюмінієва профільна продукція, алюмінієві сплави, алюмінієвий прокат зустрічаються тепер всюди.

Науково-технічний прогрес створює тепер передумови для використання алюмінію в тих секторах промисловості, де традиційно застосовувалися інші матеріали: сталь, дерево, скло, пластмаси - виробництво кузовів автомобілів, нових типів проводів для ліній електропередачі, нових видів упаковки, побутової техніки.

Високий попит на алюміній пов'язаний з випереджаючим розвитком новітніх галузей - атомної, авіакосмічної, енергетики, електроніки та підвищенням ефективності традиційних галузей промисловості - транспортного машинобудування і будівництва.

Унікальні властивості алюмінію роблять його одним з найбільш цінних металів для сучасної технологічної середовища.

Він легкий, міцний, не має магнітні властивості, не запалюється і не схильний до корозії - ці якості неоціненні для сучасної промисловості.

Споживачі по всьому світу цінують алюміній за його невелику вагу і можливість вторинної переробки.

Завдання: Спроекувати різальний інструмент та написати технологічний процес на розробку свердла для обробки отворів в профілях з алюмінієвого сплаву.

Мета: Основна мета дипломної роботи полягає в – проектуванні осьового різального інструменту заради мінімізації часу і виробничих сил на обробку та отримання отворів в алюмінієвих профілях, без підвищення режимів різання, шляхом найменшого матеріального опору пов'язаного зі зміною геометричних і конструктивних параметрів осьового різального інструменту.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

У дипломі вирішені наступні завдання:

1. Аналіз геометричних параметрів свердла задля обробки отворів в алюмінієвих профілях;
2. Розробка конструкції спірального свердла;
3. Технологія виготовлення осьового різального інструменту;
4. Спроектовано пристосування задля заточки задньої поверхні спірального свердла;
5. Виконано лабораторне та технічне завдання;
6. Розроблено алгоритм проектування профілю інструменту другого порядку для обробки гвинтових канавок та 3D моделювання осьового різального інструменту у середовищі AutoDesk Inventor.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ СВЕРДЛА

1.1 Характеристика оброблюваного матеріалу

Оброблювані профіля виготовлені зі алюмінієвого деформованого сплаву марки АД31Т [1].

Хімічний склад представлений в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Сплав	Стандарт	Масова частка елементів %								
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Інші
АД31	ГОСТ 4784-97	0,2-0,6	0,5	0,1	0,1	0,45-0,9	0,1	0,2	0,15	0,15
6060	EN 573-3	0,3-0,6	0,1-0,3	0,1	0,1	0,35-0,9	0,05	0,15	0,1	0,15
6063		0,2-0,6	0,35	0,1	0,1	0,45-0,9	0,1	0,1	0,1	0,15

Сплав алюмінію АД31 - це Авіаль. Авіалій відноситься до сполук, які складаються із з'єднання трьох металів (Al-Mg-Si). Це означає, що в нього входять алюміній, магній і кремній. Присутність магнію в сплаві дає йому міцність. А кремній робить його пластичним

За ДСТУ 4784-97 він складається з алюмінію на 98 відсотків. Інше місце займають різні добавки елементів.

Сплав алюмінію з іншими металами підвищує якості, яких бракує основному вмісту елементу в цьому з'єднанні.

Сплав АД31Т добре зварюється і витягується, піддаються зварюванню. Особливістю АД31Т є хороша теплопровідність і електропровідність.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічні властивості представлені в таблиці 1.2

Матеріал має антикорозійну стійкість у водних розчинах і добре себе зарекомендував в агресивних атмосферних умовах.

Такі властивості надає оксидна плівка, яка утворюється на поверхні матеріалу. Вона захищає алюміній від розчинення в сере, за винятком галогенів.

Сплав добре піддається кольоровому анодуванню і порошковому фарбуванню. Матеріал можна пресувати і отримати порожнисті напівфабрикати для фасадних конструкцій і труб [2].

Таблиця 1.2

Щільність ρ , г / см ³	2,71
Модуль пружності E, МПа	7000
Теплопровідність (лямбда), Вт / (м * С)	188
Коефіцієнт лінійного розширення α , К-1х10 ⁶	23,4
Відносне подовження %	10
Твердість НВ	78,6

Алюмінієвий сплав АД31Т має такі технологічні властивості:

- висока пластичність алюмінієвого сплаву;
- простота механічної обробки алюмінію;
- стійкий до корозії.
- електропровідності (друге місце після міді).
- звукоізоляційний матеріал.
- можливість використовувати зварювання.

1.2 Проблеми які виникають в процесі обробки отворів в профілях з алюмінієвого сплаву

Обробка отворів стандартними спіральними свердлами для обробки легких сплавів ГОСТ 19548-88 на верстатах в алюмінієвих сплавах має ряд недоліків, як в конструкції ріжучого інструменту, так і в умовах обробки отворів:

- при збільшенні глибини отвору, підвищується температура в зоні різання, це відбувається через недосконалість поширеного способу підведення СОЖ до отвору методом поливу і неглибокого проникнення рідини в зону обробки;
- при збільшенні глибини отвору стандартними спіральними свердлами, відбувається пакетування стружки в стружкових канавках, що веде за собою намотування стружки на робочий інструмент;
- при збільшенні глибини отвору стандартними спіральними свердлами, досить часто веде за собою утворення налипання матеріалу на різальних кромках;
- зменшення часу на обробку веде до збільшення режимів різання, що в свою чергу викликає відведення від осі – тобто погане центрування, а також викликає вібрації в зоні різання.

Крім вище зазначеного, конструкція стандартних спіральних свердел для обробки легких сплавів під час свердління отворів в алюмінієвих сплавах має ряд конструктивних недоліків, тобто вузький діапазон зміни окремих параметрів рекомендованих ГОСТом в цих ріжучих інструментах заважає своєчасному видаленню стружки із зони обробки і створення найбільш сприятливих умов стружкообразовання в зоні різання. Все це в кінцевому підсумку ускладнює відведення стружки і викликає її спресовування (пакетування) в стружкових канавках.

Все вище перераховане призводить до збільшення довжини контакту стружки з передньою поверхнею інструменту, зміни характеру стружки і прискореного зносу інструменту.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Можливі варіанти вирішення проблем які виникають в процесі обробки отворів в профілях з алюмінієвого сплаву

Кондуктор – це допоміжне пристосування, що має шаблони отворів, розташовані під певними кутами і має різні діаметри для свердління, основна задача інструменту розташувати свердло під правильним кутом до поверхні оброблюваного матеріалу.

Заради мінімізації часу на обробку отворів в профілях з алюмінієвого сплаву на підприємстві «БІБУС» використовують кондуктора с направляючими отворами для свердла, але процес виконується свердлами різного діаметру та довжини, що змушує оператора докладати великих зусиль, що веде за собою кілька проблем: зусилля різання великі, утворення наросту на кромках свердла, пошкодження утвору.

Без використання кондуктора, задля зменшення навантажень на свердло, задля зменшення зусиль різання, задля кращого центрування та зменшення можливості виникнення вібрацій під час оброблення, доводиться – використовувати центрувальне свердло.

Утворення отвору з меншим діаметром сприятливо впливає на обробку отвору свердлом потрібного діаметра, але подібним чином операція свердління подовжується за часом.

Щоб уникнути проблеми обох цих варіантів, було запропоновано рішення - в конструкції типового спірального свердла використовувати, для мінімізації операцій і часу на обробку – підточку поперечно-різальної кромки.

Діаметр серцевини свердла зменшується, що веде за собою врізання вершини свердла (кромки) в місце кернення і дає можливість моментально виконувати операцію свердління без використання в процесі центрувального свердла, а також зменшити зусилля різання, за рахунок підточування ріжучої кромки.

1.4 Аналіз конструктивних елементів спіральних свердел

Осьовий різальний інструмент – лезовий інструмент для обробки з обертальним головним рухом різання і рухом подачі вздовж осі головного руху різання (ГОСТ 25751-83).

Свердло – осьовий різальний інструмент для утворення отвору в суцільному матеріалі і (або) збільшення діаметра наявного отвору (ГОСТ 25751-83).

Залежно від конструктивних особливостей свердла бувають:

Спіральні свердла – це найбільш поширений вид, діаметр яких варіюється від 0,1 до 80 мм і використовується для свердління різних матеріалів. Залежно від довжини робочої частини спіральні свердла бувають видовжені, середні і короткі [3].

Конструктивно свердло складається з робочої частини, яка включає ріжучу і калібруючу частини (робоча частина), а також хвостовика (рис.1).

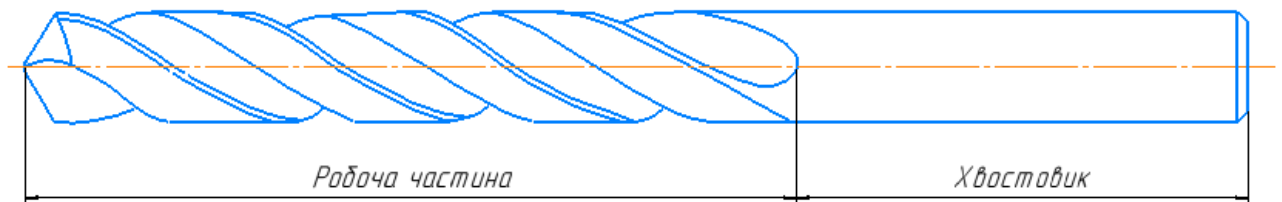


Рисунок 1.1 – Спіральне свердло

Залежно від будови і матеріалу першої визначається призначення інструменту.

Різальна частина свердла - це місце на його торці, де розміщені загострені кромки, які забезпечують проникнення свердла в матеріал. Розташована позаду ріжучої, калібрує частина оснащена канавками для видалення стружки і визначає діаметр і гладкість країв отвору.

Хвостовик свердла призначений для закріплення свердла на верстаті або в ручному інструменті.

Можливі два варіанти циліндричних хвостовиків (рис. 2 а, б).

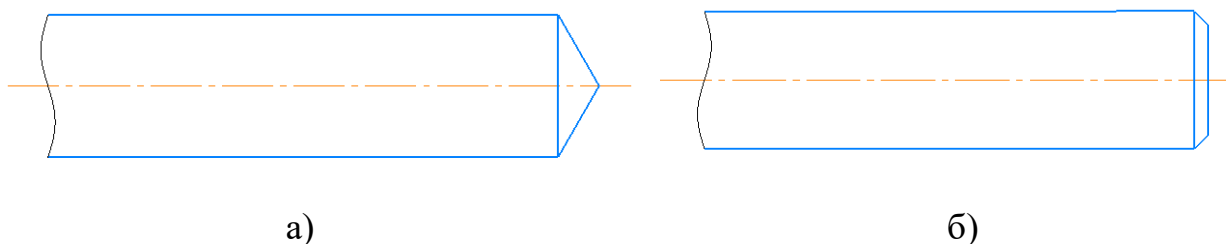


Рисунок 1.2 – типи хвостовиків циліндричної форми

Спиральне (більш точно гвинтове) свердло, як загальний представник групи свердлильних інструментів, отримало найбільше розповсюдження на практиці. Свердло використовується для отворів:

- а) не потребуючих додаткової обробки;
- б) під зенкерування;
- в) під розверстування;
- г) під нарізання різьби мітчиком.

У ГОСТі 885-60 приведені рекомендовані данні по вибору діаметрів свердел в залежності від призначення.

Згідно ГОСТ 2034-80Е спіральні свердла із швидкорізальної сталі виготовляються чотирьох класів: А1, А, В1 та В. До класів А1 та А відносяться свердла підвищеної точності, а до класів В1 та В – нормальної.

Свердла класів А1 та В1 мають знак якості. Свердла класів А1 та А виконуються с допуском по зовнішньому діаметру по h8, а класів В1 та В – по h9. У залежності від довжини робочої частини свердла з циліндричним хвостовиком розділені на три основні серії: коротку (ГОСТ 4010-77), середню (ГОСТ-10902-77) і довгу (ГОСТ 12122-77).

Для обробки у важкодоступних місцях передбачені свердла діаметром від 6,1 до 10 мм з циліндричним хвостовиком наддовгої серії по ТУ2-035-600-77.

Виходячи з того, що виробнича дільниця оснащена свердлильним верстатом «KGB 30 KNUTH», який має патрон тільки під циліндричний хвостовик, тому геометрія проектованого осьового різального інструменту

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

базована на нормативних документах, дає змогу зробити висновок що хвостовик свердла – циліндричний.

1.5 Вибір конструкції свердла

Основними шляхами вдосконалення конструкцій спіральних свердел є:

- вдосконалення конструкції і геометрії різальної частини свердла;
- підвищення міцності і динамічної стійкості свердла.

Численні дослідження процесу свердління спрямованні на покращення зміни геометричних параметрів різальної частини спірального свердла можна розділити на:

- використання підточок: поперечної кромки, передньої поверхні, стрічки та спинок свердл.

- створення спіральних свердел з меншим діапазоном геометричних параметрів вздовж різальної кромки шляхом зміни передньої гвинтової поверхні і форми різальних кромок спірального свердла.

Опираючись на ГОСТ 19543-74, існує варіант без підточки спірального свердла для обробки легких матеріалів (рис.1.3).

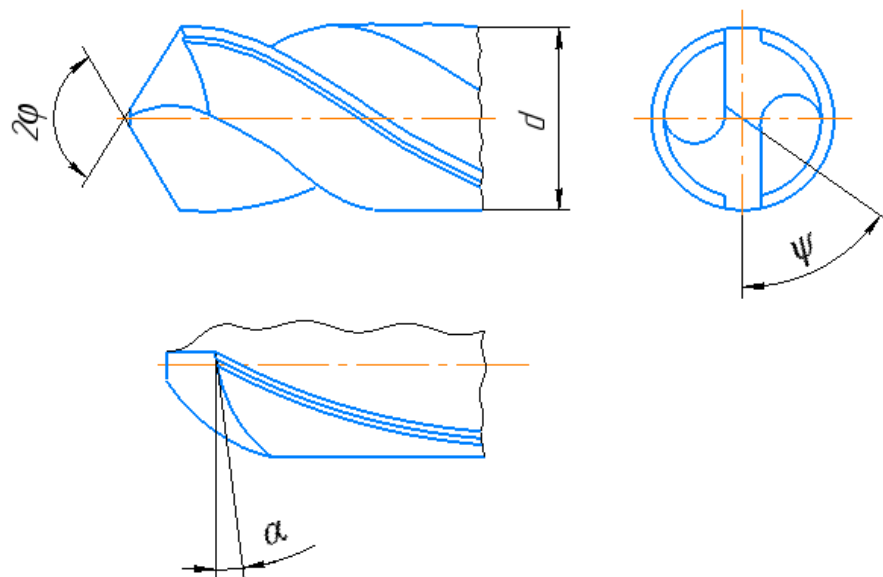


Рисунок 1.3 – Свердло без підточки

Найбільш розповсюдженим методом підточки поперечної кромки (Рис.1.4) характеризується великою різноманітністю зміни параметрів K_l , R , α_z , і γ_l .

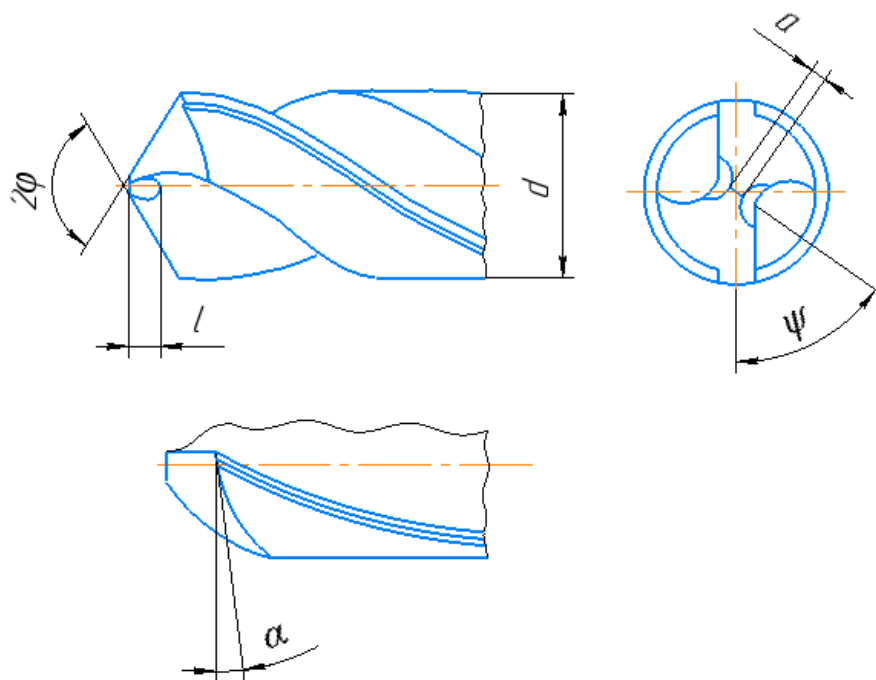


Рисунок 1.4 – 3 підточкою поперечної кромки

В деяких випадках виконують підточку серцевини свердла зі сторони пера до поперечної кромки. Значення параметрів підточки по (рис.1.5) рекомендується приймати $K_l=0,1...0,5$ мм, $\gamma_l=3...5^\circ$.

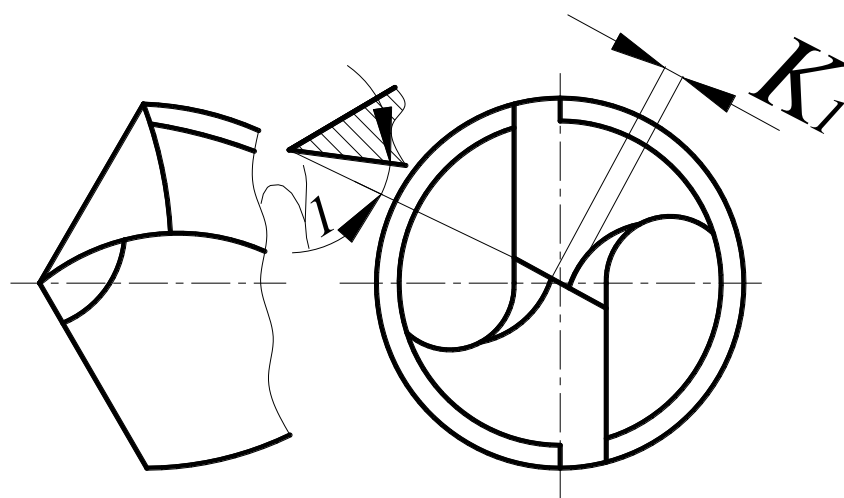


Рисунок 1.5 – підточка серцевини

Аналіз розглянутих підточок передньої поверхні і поперечної кромки спіральних свердел дозволяє класифікувати їх на чотири групи:

- свердла з підточкою поперечної кромки;
- свердла з підточкою серцевини і передньої поверхні без прорізання поперечної кромки;
- свердла з прорізаною поперечною кромкою без підточки серцевини;
- свердла з прорізкою поперечної кромки і підточкою серцевини або з підточкою серцевини і передньої поверхні.

Усередині кожної з груп підточка відрізняється своєю формою, яка визначається формою використаного круга, орієнтацією підточки відносно осі свердла і різальної кромки, а також розмірами виконаних підточок.

Дослідження і опит експлуатації спіральних свердел показують, що підточки використовуються для поліпшення геометрії передньої поверхні свердла і поперечної кромки.

Вдосконалення форм різальних кромок свердла направлено на більш сприятливу зміну геометричних параметрів вздовж різальних кромок.

Задня поверхня свердла визначається способом заточки його різальної частини і формою задньої поверхні.

Найбільш розповсюдженими формами задньої поверхні свердла є плоска, гвинтова, конічна і циліндрична.

На (рис.1.6) зображено конструкцію з подвійною заточкою задньої поверхні з кутом 2φ при вершині, рівний в більшості випадків $2\varphi=90...140^\circ$ і кутом $2\varphi_1=60...90^\circ$.

Ширина перехідної кромки $B=(0,1...0,5d)$, де d – номінальний діаметр свердла. У таких свердел задній кут може вибиратися $\alpha=3...20^\circ$.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

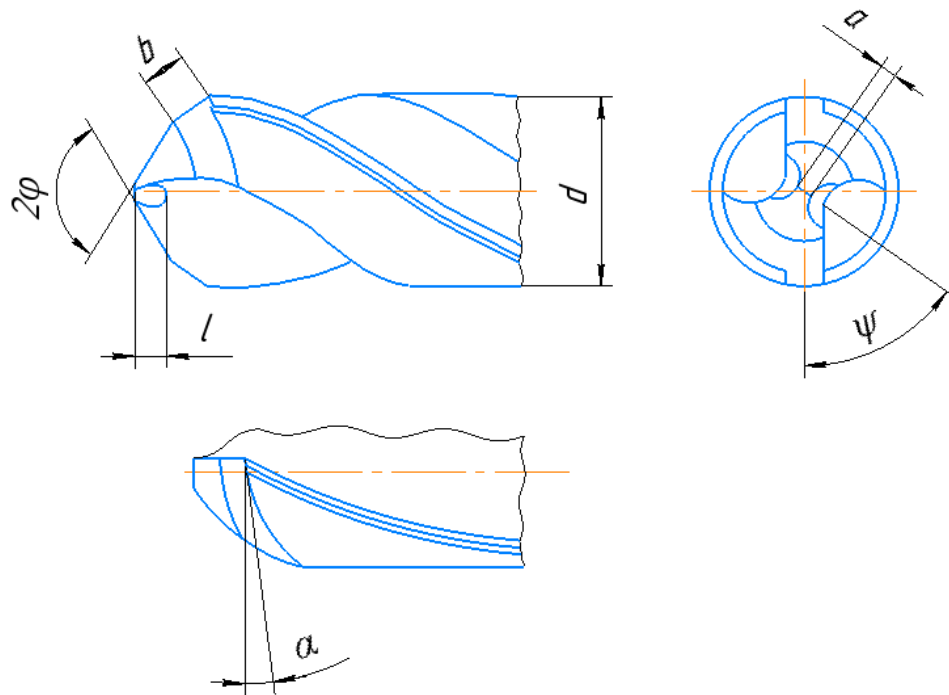


Рисунок 1.6 – подвійна заточка по задній поверхні свердла

При заточки по двом площинам, зображеним на (рис.1.7) значення заднього кута утворюється першою площиною меншим (переважно $\alpha=6...10^\circ$), а α_1 утворюється другою площиною ($\alpha_1=20...40^\circ$).

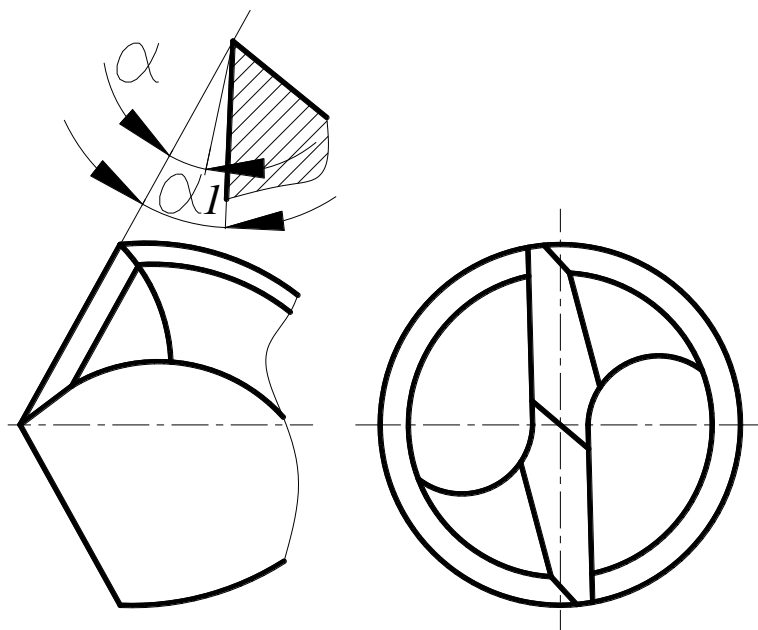


Рисунок 1.7 – заточка по двом площинам

Різальна кромка будь-якого інструмента є лінією перетину передньої і задньої поверхні і її форма визначається формою цих поверхонь.

У спіральних свердел не підточена передня поверхня є гвинтовою поверхнею, яка в поперечному перерізі може приймати різні форми.

Приведений аналіз можливих форм поперечного перетину спіральних свердел, способів заточки і їх різальної частини і форм задньої поверхні дозволяє прийти до висновку, що форма різальної частини, як лінія перетину задньої і передньої поверхні може бути прямолінійною, ломаною, складатися з прямолінійних ділянок і криволінійних.

При цьому форма криволінійної різальної кромки і її положення в відповідній системі координат, як правило невідомі. Разом з тим в існуючій теорії визначення геометричних параметрів різальна кромка вважається відомою. Тому при визначенні геометричних параметрів свердел, коли форма різальної кромки невідома, виникає задача її визначення.

Висновки з аналізу геометрії свердла спірального для обробки алюмінієвих сплавів втілилися у наступній формі:

- задня поверхня – конічна;
- заточка серцевини – з підточкою поперечної різальної кромки;
- гвинтові канавки – шліфовані;
- хвостовик – циліндричний зі зворотнім центром.

На рисунку 1.8 наведено загальний вигляд свердла прийнятої конструкції.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.7 – прийнята конструкція свердла

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ СВЕРДЛА СПІРАЛЬНОГО

2.1 Вибір матеріалу свердла

Для виготовлення робочої частини різального інструмента використовуються інструментальні вуглецеві, леговані та швидкорізальні сталі, тверді сплави, керамічні матеріали, надтверді матеріали.

Згідно нормативних документів, для обробки алюмінієвих сплавів, свердла виготовляють із швидкорізальної сталі (HSS (High Speed Steel)) за ГОСТ 19265-73 марок P18, P12, P9, P6AM5, P6AM5Ф3, P6M5K5 і P9M4K8.

HSS (High Speed Steel) – це загальне визначення групи швидкорізальних сталей. HSS сталь застосовується для виготовлення великої кількості різного різального інструменту. HSS сталі є високовуглецевими і деякі з них містять велику частку вольфраму. Як правило, інструменти з HSS-сталі мають твердість 62-64 HRC [5,6]

Основною перевагою перед твердосплавними інструментами є міцність і нижча вартість інструментів. Тому HSS добре себе показує при переривчастому різанні. Обмеженням застосування HSS є низькі швидкості різання в порівнянні з твердими сплавами.

Швидкорізальні інструментальні сталі поділяються на сталі нормальної продуктивності (марок P18, P12, P9, P6M5 та ін.) [7] та сталі підвищеної продуктивності (марок P6M5Ф3, P12Ф3, P9K5, P6M5K5 та ін.).

У порівнянні з інструментами з вуглецевих і легованих інструментальних сталей інструменти із швидкорізальних сталей мають більш високі теплостійкість (600-700 °C) і зносостійкість.

Це дозволяє в 2,5-3 рази збільшувати швидкість різання у порівнянні з інструментами з вуглецевих або легованих сталей. Норми твердості та область використання основних марок швидкорізальних сталей наведені в таблиці 2.1. Та технологічні властивості HSS приведені в таблиці 2.2.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.1 – Норми твердості швидкорізальних сталей

Марки сталі	Твердість після відпалу НВ, не більше	Область використання
P18	255	Для всіх видів різальних інструментів при обробці конструкційних матеріалів
P12	255	Те ж, що і для сталі P18
P9	255	Для інструментів простої форми при обробці конструкційних матеріалів
P6M5	255	Те ж, що і для сталі P18
P6M5Ф3	269	Для чистих і напівчистих інструментів при обробці конструкційних сталей
P12Ф3	269	Для чистих інструментів при обробці в'язкої і аустенітної сталі та матеріалів, що мають абразивні властивості
P18K5Ф2	285	Для чорнових і напівчистих інструментів при обробці високоміцних, корозійностійких і жароміцних сталей та сплавів
P9K5	269	Для інструментів при обробці корозійностійких сталей і жароміцних сплавів, а також сталей підвищеної твердості
P6M5K5	269	Для чорнових і напівчистих інструментів при обробці легуваних, а також корозійностійких сталей
P9K10	269	Те ж, що і для сталі P9K5
P9M4K8	285	Для інструментів при обробці високоміцних, жароміцних і корозійностійких сталей і сплавів
P10K5Ф5	285	Для інструментів при обробці матеріалів, що мають абразивні властивості

Таблиця 2.2 – Технологічні властивості швидкорізальних сталей

Марка сталі	Пластичність при T, °C			K_V	Схильність до перегрівання	Схильність до знеуглецювання
	900	1100	1200			
P6M5	9.5	7.4	5.2	1.0	Так	Підвищена
P6M5K5	5.5	6.5	5.5	0.75	Ні	Ні
P9	9.3	6.3	4.5	1.30	Ні	Задовільна
P9K5	6.1	6.1	5.7	0.85	Ні	Підвищена
P9K10	6.0	7.9	6.1	0.75	Ні	Ні
P9M4K8	4.9	7.1	5.6	0.65	Ні	Ні
P12	6.3	5.0	5.0	1.20	Ні	Задовільна
P18	4.0	5.6	4.9	1.0	Ні	Задовільна

HSS стали діляться на три групи:

- Вольфрамові – P18, P18Ф2, P18K5Ф5, P12Ф5K5;
- Молібденові – P6M5, P6M5Ф3, P6M5K5;
- Високолеговані швидкорізальні сталі – P6M3K5Ф2, P2AM9K5.

Сталі вольфрамової групи сьогодні практично не застосовуються через високу вартість вольфраму та його дефіциту. Найпоширенішими є сталь загального призначення P18 і сталь з ванадієм і кобальтом P12Ф5K5 – вона застосовується для інструментів, що працюють в умовах високих температур і зносу [8].

Сталі молібденової групи в якості головного легуючого елемента мають молібден, хоча деякі містять рівну або навіть більшу кількість вольфраму і кобальту.

Сталі з підвищеним вмістом ванадію і вуглецю є стійкими до абразивного зносу. Серія сталей починаючи від P6M3K5Ф2 характеризується високою твердістю при роботі на високих температурах.

Молібденові сталі застосовуються також при виготовленні інструментів, які працюють в "холодних" умовах - накатних плашок, вирізних штампів.

У таких випадках HSS стали загартовують до більш низьких температур для підвищення ударної в'язкості.

P6M5K5 – за нормами технологічності, які задовольняють умови поставленої задачі був обраний, як матеріал для заготовки осьового інструменту, яким буде оброблятися в'язкий алюмінієвий сплав АТ31Т.

2.2 Геометричні параметри свердла

2.2.1 Загальна характеристика

Геометричні параметри представлені на рисунку 2.1.

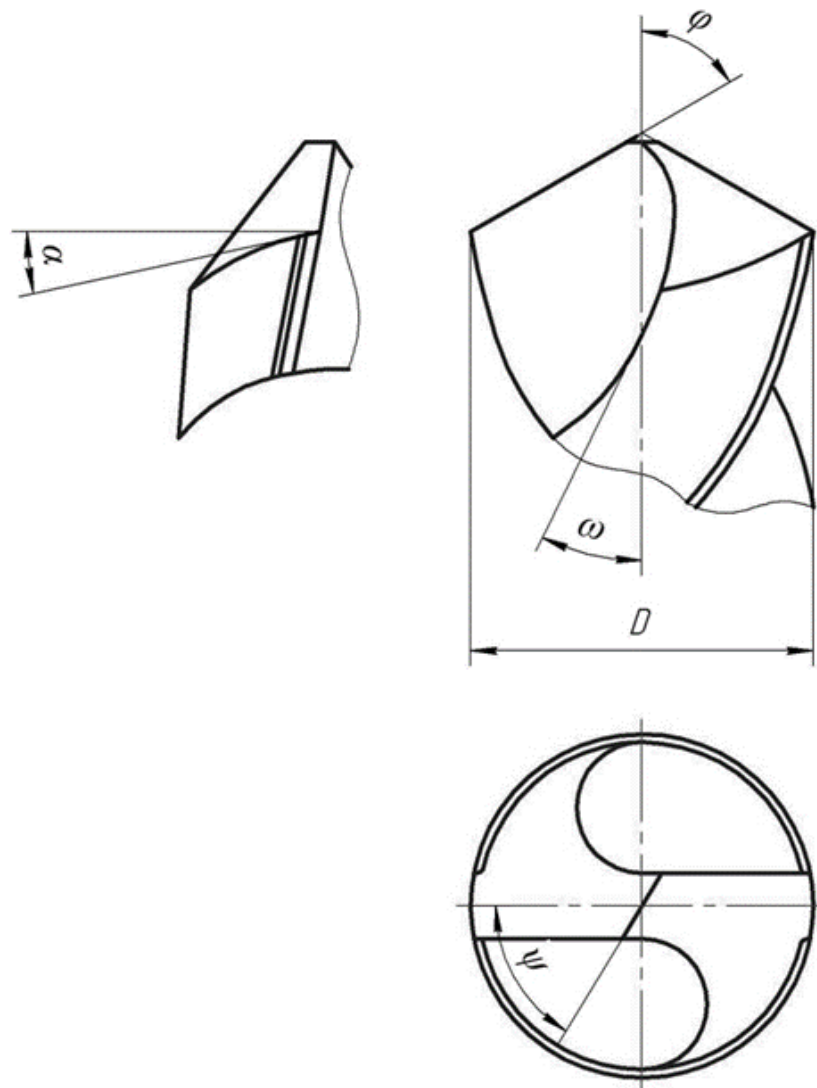


Рисунок 2.1 – Основні кути осьового інструмента

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Кут (2φ). Між ріжучими крайками, які розташовуються симетрично щодо осі свердла, називають кутом при вершині [9].

Кут (2φ) при вершині свердла впливає на навантаження на одиницю довжини ріжучих крайок. Зі збільшенням кута при вершині свердла зменшується активна довжина ріжучої кромки і збільшується товщина зрізу, що призводить до збільшення зусиль, що діють на одиницю довжини ріжучих крайок, і сприяє підвищенню інтенсивності зносу свердла.

Однак при збільшенні кута при вершині площа перетину зрізу залишається постійною, ступінь деформації зрізаного шару і величина сумарної складової головного зусилля різання, що діє у напрямку швидкості різання і визначає величину крутного моменту, зменшуються, що сприятливо діє на роботу таких нежорстких інструментів, як спіральні свердла. Сумарне ж осьове зусилля подачі свердла при збільшенні кута при вершині зростає.

Це пояснюється зміною положення осі свердла відносно площини, нормальної до ріжучої кромки, в результаті чого менша частина зусиль, що діють на ріжучі кромки свердла, взаємно врівноважується.

Крім того, передні кути на поперечній кромці зі збільшенням кута при вершині зменшуються, що погіршує впровадження цієї кромки в матеріал заготовки і призводить до зростання осьових зусиль при свердлінні. В результаті небезпека появи поздовжнього вигину свердла і значних його деформацій зростає.

Досліди показують, що при зменшенні кута (2φ) осьове зусилля подачі знижується, а крутний момент збільшується

Зі збільшенням кута при вершині зменшується кут між різальною кромкою і кромкою стрічки, що призводить до погіршення тепловідведення від найбільш інтенсивно зношується периферійної зони свердла.

При порівняно невеликих подачах, використовуваних під час свердління, зменшення кута при вершині (2φ) може бути причиною надзвичайно малих значень товщини зрізу, порівнянних з радіусом

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

заокруглення різальної крайки, що призводить до нестійких результатами і найчастіше - до зниження стійкості інструменту.

Кут (2ϕ) при вершині спірального свердла має суттєвий вплив на величини передніх кутів і їх зміна на ріжучої частини, а також на напрямок і умови відводу стружки по гвинтовим канавкам. Відомо, що нормальна робота свердла може мати місце тоді, коли надійно забезпечується висновок стружки по канавках і не спостерігається її защемлення і пакетування. Як показують дослідження, збільшення кута (2ϕ) при вершині призводить до більш плавного зміни передніх кутів уздовж ріжучої кромки, що сприятливо відбивається на ріжучої здатності свердел.

В залежності від матеріалу обирається й кут (2ϕ), зі списку рекомендованої літератури та нормативних документів був складений діапазон можливих кутів (2ϕ) для обробки алюмінію та алюмінієвих сплавів: 120-145°.

Грунтуючись на дослідах П.Р. Родіна та каталогах німецьких фірм (HOLEX, GARANT, RUKO, HSStools) по виробництву осьового ріжучого інструменту – кут для спірального свердла для обробки профіля з алюмінієвого сплаву був обраний - 140°.

Кут нахилу (ω). Називається кут, утворений віссю свердла і дотичній до гвинтової лінії перетину передньої поверхні свердла з циліндричною поверхнею, вісь якої збігається з віссю свердла; діаметр цієї циліндричної поверхні дорівнює діаметру свердла.

Кут з нахилу (ω) гвинтової канавки вимірюють на зовнішньому діаметрі свердла. При відомому кроці (H) гвинтової канавки і діаметрі свердла (D) кут нахилу зі визначають за формулою:

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{\pi D}{H}$$

Кут нахилу гвинтової канавки впливає на величину передніх кутів на ріжучої частини, особливо на периферії свердла. Зі збільшенням кута (ω)

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

передній кут в досліджуваній точці кромки також зростає. Це призводить до зменшення зусиль різання, сприяє кращому відводу стружки.

Свердла з прямими канавками або з кутом нахилу (ω) до $10-12^\circ$ спрощують виготовлення і заточування свердел, але в порівнянні з гвинтовими канавками гірше відводять стружку.

Однак у свердел з великим кутом нахилу (ω) гвинтовий канавки знижується жорсткість і надмірно послаблюється ріжуча частина, що призводить до зниження стійкості.

Тому існує певні оптимальні значення кута (ω), що забезпечує найбільшу стійкість, необхідні передні кути, добре відведення стружки і жорсткість свердла.

Оптимальне значення кута (ω) – ґрунтуючись на досліді П.Р. Родіна та взявши до уваги діапазон кута за ГОСТ-ом 19545-74 – становить 40° .

Також до уваги були взяті рекомендації ГОСТ-ів щодо полірування поверхонь стружкових канавок задля підвищення стійкості свердел та кращого стружковідведення по полірованій поверхні канавки.

Задній кут (α). Вимірюється в циліндричному перетині, симетрично осі свердла. Він укладений між задньою поверхнею і поверхнею різання.

Поверхня зуба свердла, звернена до поверхні різання (поверхні, по якій відбувається відділення стружки від заготовки), називають – задньою поверхнею. Задні поверхні відтворюються при заточуванні свердла.

Задній кут (α). На інструментах необхідний для зменшення роботи тертя, а отже, і інтенсивності зносу задньої поверхні. Однак надмірне збільшення заднього кута призводить до погіршення тепловідведення і зниження міцності ріжучої частини. Тому для певних умов обробки можуть бути визначені оптимальні величини задніх кутів, що забезпечують максимальну стійкість інструменту.

На оптимальне значення заднього кута (α) впливають: діаметр свердла, властивості оброблюваного матеріалу, прийняті величини режимів різання та інше.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Зі збільшенням діаметра свердла подача і відповідно товщина шару, що зрізається збільшуються, а величина оптимального заднього кута зменшується.

Виходячи з механічних властивостей оброблюваного матеріалу, технологічного оснащення та технологічного процесу роботи оператори, на основі ГОСТ-а 19543-74 [10] та рекомендацій П.Р. Родіна, з діапазона значень заднього кута (α) 2-16°, був обран кут 12°.

Лінії перетину передніх і задніх поверхонь свердла утворюють ріжучі кромки. У звичайних спіральних свердел прямолінійні ріжучі кромки і вісь свердла є перехресними прямими. Відстань від осі свердла до ріжучої кромки дорівнює половині діаметра серцевини свердла.

Лінія перетину задніх поверхонь обох зубів свердла утворює поперечну ріжучу кромку, розташовану в центральній зоні свердла.

Кут нахилу (ψ) поперечної кромки розташований в центрі свердла і з'єднує обидві ріжучі кромки. Кут нахилу перемички до ріжучих кромки (ψ) може бути від 40 до 60°. У більшості свердел (ψ) = 50°.

Перемичка утворюється перетином двох задніх граней. Її довжина залежить від товщини серцевини свердла. Так як товщина серцевини збільшується в напрямку до хвостовика, довжина перемички зростає в результаті кожної заточки.

Ріжучі кромки свердла в процесі свердління утворюють гвинтові поверхню різання.

Діаметр серцевини. Одним з конструктивних параметрів ріжучої частини свердла є діаметр серцевини, який впливає на жорсткість і вібростійкість свердла в роботі, а отже, на його стійкість. Зі збільшенням діаметра серцевини жорсткість і міцність свердла зростають, що сприяє підвищенню стійкості його. Однак при надмірному збільшенні діаметра серцевини погіршується відведення стружки, зростають осьове зусилля і теплоутворення, збільшується довжина поперечної кромки, що спричиняє відповідне зниження стійкості.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

В результаті для певних умов обробки можна знайти оптимальне значення розглядуваного величини сердцевини свердла для $D = 1.5 - 12$ мм та діаметра сердцевини $d = (0.19 - 0.15) D$.

Виходячи з поставлених умов на вирішення задачі по проектуванню інструменту діаметром 9.1 міліметра, взявши до уваги рекомендації ГОСТ-ів [10] було зроблено висновок о діаметрі сердцевини спірального свердла, який становить 1.5 міліметра, а також кут нахилу (ψ) буде становити 50° .

Для того щоб зменшити шкідливий вплив поперечної кромки на роботу свердла, необхідно обов'язково проводити подточку перемички.

При свердлінні пакетів або листів з алюмінію, сталі та інших їм подібних матеріалів свердла універсального призначення часто ламаються на виході. Поломки свердел в цьому випадку викликані тим, що при закінченні свердління поперечна ріжуча кромка першої закінчує процес різання. За досвідченим даними 40-50% від загального зусилля подачі свердла доводиться на частку поперечної кромки. Тому в момент виходу свердла і закінчення роботи поперечної кромки різко падає осьове зусилля.

В результаті за рахунок розвантаження системи (верстат – пристосування – інструмент – деталь) її пружні деформації (зокрема зусилля, віджимають заготовку від інструменту в напрямку його осі) швидко зменшуються, заготівля подається на свердло, зростають зусилля, діючі на периферійну зону свердла, і відбувається його руйнування.

Стандартні свердла універсального призначення діаметром 0,25-0,5 мм мають повністю шліфованную спинку, тобто у них ширина стрічки дорівнює ширині зуба. У свердел діаметром від 1 до 50 мм ширина стрічок коливається від 0,2 до 2 мм.

Зворотня конусність. Для зменшення тертя стрічок про стінки отвору діаметр свердла зменшують у напрямку до хвостовика, тобто свердла виконують зі зворотним конусністю.

Стандартні свердла універсального призначення діаметром 1-6 мм мають зворотну конусність 0,03 – 0,08 мм на 100 мм довжини, свердла

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

діаметром 6-18 мм – 0,04 – 0,10 мм, свердла діаметром понад 18 мм – 0,05 0,12 мм.

Виходячи з поставлених умов на вирішення задачі по проектуванню осьового різального інструменту діаметром 9.1 міліметра, взявши до уваги рекомендації з ГОСТ-у 20698-75 був зроблен висновок – призначити зворотню конусність 0,05-0,06 міліметрів [10].

2.2.2 Вибір геометричних параметрів свердла

Відповідно до викладок розділу 2.2.1 для свердла для обробки алюмінієвих профілів прийнято наступні величини геометричних та конструкційних параметрів:

- Кут (2φ) = 140° ;
- Кут нахилу (ω) = 40° ;
- Задній кут (α) = 12° ;
- Кут нахилу (ψ) = 50° ;
- Діаметр серцевини = 0.15 мм;
- Зворотня конусність = 0,05-0,06 мм.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Технічні вимоги на виготовлення свердла

Вихідними даними проектування інструментів крім креслення є і технічні вимоги, які висуваються до розроблюваного інструменту.

За ГОСТ 2034-80Е спіральні швидкорізальні свердла виготовляються трьох класів точності – А1, В1 та В.

Класи А1 – підвищеної точності.

Свердла класу точності А1 призначені для свердління отворів 10-13 квалітетів точності. Свердла виготовляються з швидкоріжучої сталі по ГОСТ 19265-73.

Твердість робочої частини свердел з швидкоріжучої сталі діаметром більш ніж 5 мм повинна бути 63 – 66 HRCe.

Поля допусків діаметрів, виміряні на початку робочої частини, для свердел А1 – h8.

Свердла виготовляються з оберненою конусністю на робочій частині с величиною на 100 мм – 0,02-0,08 мм.

Серцевина робочої частини повинна рівномірно збільшувати товщину по руху до хвостовика. Величина збільшення товщини 1,4-1,8 мм на 100 мм довжини.

Допуск симетричності серцевини відносно осі свердла для свердел діаметром 6 – 10 мм дорівнює 0,08 мм.

Допуск радіального биття по ленточкам по довжині робочої частини відносно осі хвостовика для класу А1 – 0,08 мм.

Допуск симетричності поперечної кромки щодо осі робочої частини для свердел класу точності А1 повинен відповідати значенню – 0,04.

Ріжучі кромки повинні бути симетрично розміщені відносно осі свердла.

Допуск торцевого биття по середині ріжучих кромок для свердел А1 – 0,07 мм.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Шорсткість задніх поверхонь, направляючих ленточек, хвостовиків повинна бути не нижче $R_{a0,63}$; поверхонь канавок не нижче $R_{a2,5}$.

Допустиме відхилення кутів при вершині і заднього кута не повинні бути більші $\pm 3^\circ$.

На свердлі повинні бути чітко нанесені:

- товарний знак підприємства-виготовлювача;
- діаметр свердла;
- марка сталі;
- клас точності (A1).

3.2 Базовий технологічний процес виготовлення свердла

005 Заготівельна. Відрубати заготовку для робочої частини. відрубати заготовку для хвостовій частині.

010 Галтувальна. Галтування заготовки робочої і хвостової частин.

015 Токарська. Обточити цапфу під зварювання на заготівлі для хвостовій або робочої частини.

020 Зварювальна. Зварити заготовки.

025 Термічна. Відпалювати заготовки після зварювання.

030 Контрольна.

035 Токарська. Зняти грат, утворений при зварюванні, врівень з поверхнею заготовки.

040 Контрольна.

045 Фрезерна. Фрезерувати торець з однієї і другої сторони.

050 Центрувальна. Центрувати заготовку з боку хвостової частини.

055 Токарська. Обточити конус 90 з боку робочої частини. обточити попередньо робочу і хвостову частину.

060.Токарная. Обточити робочу частину остаточно.

070 Шліфувальна. Шліфувати робочу частину попередньо.

075 Маркувальна.

080 Фрезерна. Фрезерувати лапку хвостовика.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- 085 Фрезерна. Фрезерувати канавки і спинки свердла.
- 090 Слюсарна. Зачистити задирки на робочої частини свердла.
- 095 Контрольна.
- 100 Термічна. Забезпечити твердість робочої частини 62 ... 65 HRC, хвостовика 30 ... 45 HRC.
- 105 Гідро-абразивна. Очистити поверхні свердел після термічної обробки.
- 110 Центрувальна. Зачистити центрувальний отвір на торці хвостовика.
- 115 Полірувальна. Полірувати стружкові канавки.
- 120 Шліфувальна. Шліфувати хвостовик.
- 125 Заточувальні. Заточити свердло по задній поверхні.
- 130 Заточувальні. Підточити поперечну кромку.
- 135 Контрольна.

3.3 Аналіз базового технологічного процесу

Для збільшення культури виробництва, а також підвищення якості продукції, із застосуванням меншим виробничим витрат, було запропоновано використовувати заготовку для ріжучого інструменту напівфабричного типу, для зменшення технологічних операцій за кількістю.

Виходячи з ГОСТ-у 2590-2006 який розповсюджується на прокати зі гарячокатаної сталі круглого перетину діаметром від 5 до 270 мм включно, за заготовку був обраний калібрований прокат зі швидкорізальної сталі.

Відмінністю виготовляється спірального свердла від типового технологічного процесу є те, що:

- діаметр становить 9.1 мм, отже, таке свердло необхідно виготовляти цільним;
- замість заготівки використовують калібрований прокат, тому галтувальна операція не потрібна;

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

- діаметр менше 10 мм, за ГОСТ 14034-74, центрувальні отвори не потрібні, при відрізанні заготовки утворюються зовнішні конуси;
- маркування робиться в кінці технологічного процесу;
- хвостовик отриманого свердла – циліндричний, а не конічний.

3.4 Маршрутний технологічний процес виготовлення свердла

З врахуванням внесених корективів в базовий технологічний процес (розд. 3.3) розроблений маршрутний технологічний процес виготовлення свердла, наведений у таблиці 3.1.

3.5 Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуск – шар матеріалу, що видаляється з поверхні заготовки в цілях досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні деталі.

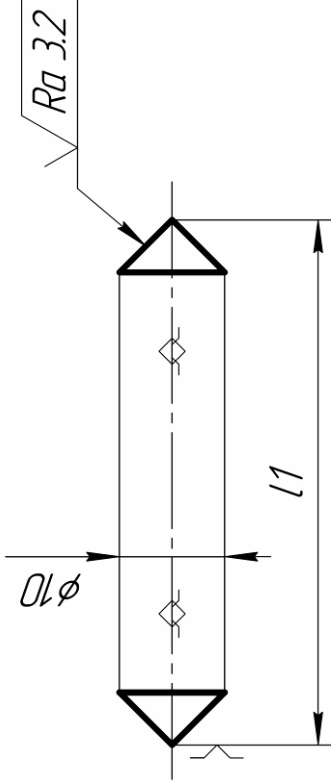
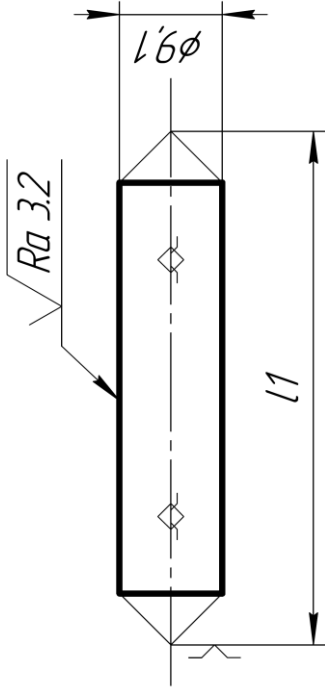
Припуск на обробку поверхонь деталі може бути призначений по відповідних довідкових таблицях, ГОСТ-ах, або на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків.

ГОСТ-и і таблиці дозволяють призначати припуски незалежно від технологічного процесу обробки деталі і умов його здійснення і тому в загальному випадку є завищеними, містять резерви зниження витрат матеріалу і трудомісткості виготовлення деталі.

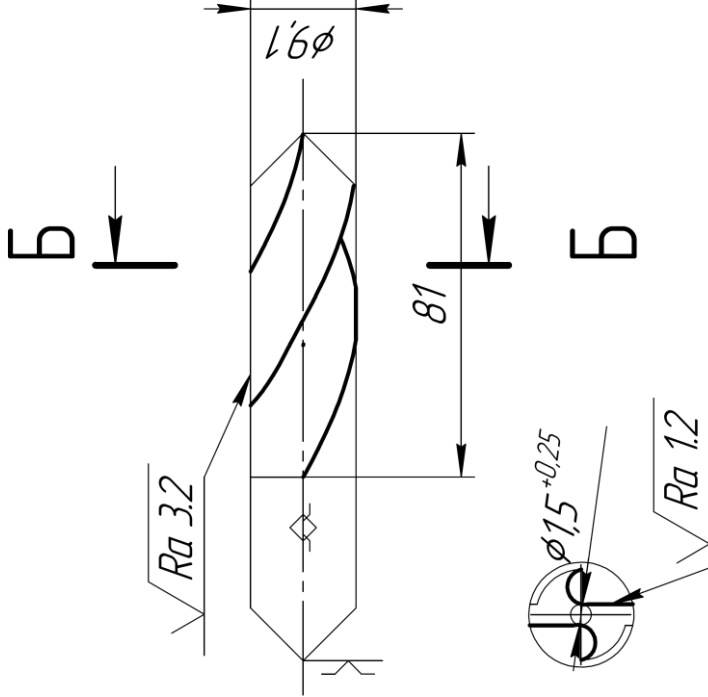
Значення припуску визначається методом диференційованого розрахунку по елементах, складовими припуску. Даний метод передбачає розрахунок припусків по всіх послідовно виконуваних технологічних переходах обробки даної поверхні деталі (проміжні припуски), з підсумовування для визначення загального припуску на обробку поверхні і розрахунок проміжних розмірів заготовки. Розрахунковою величиною є мінімальний припуск на обробку, достатній для усунення на виконуваному переході похибка обробки і дефектів поверхневого шару, отриманих на попередньому переході, і компенсації похибок, що виникають на виконуваному переході.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

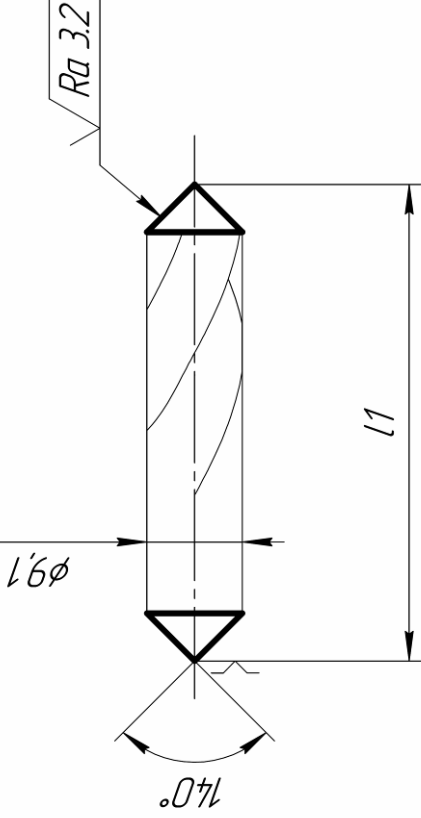
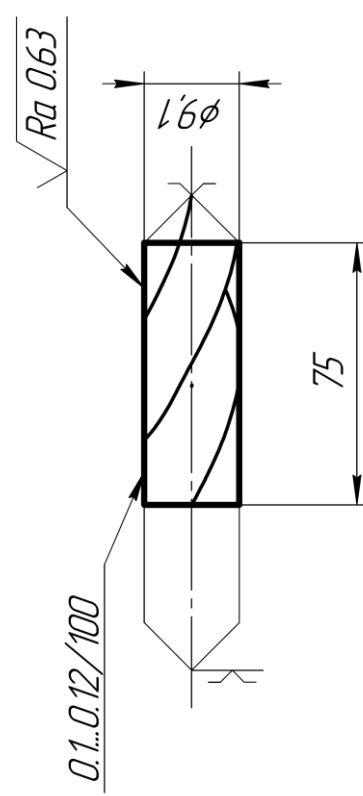
Таблиця 3.1 – Маршрутний технологічний процес виготовлення свердла

Найменування та зміст операції	Різальний інструмент	Ескіз обробки	Устаткування та пристосування
005. Токарна Відрізати заготовку (з утворенням зовнішнього конуса)	Різець відрізний спеціальний		Токарно-гвинторізний верстат 1К62, патрон ГОСТ2675-80
010. Токарна 1. Точити робочу частину А) Перевстановити деталь 2. Точити хвостову частину	Різець прохідний ГОСТ1878-73 Різець прохідний ГОСТ1878-73		Токарно-гвинторізний верстат 1К62, патрон ГОСТ2675-80

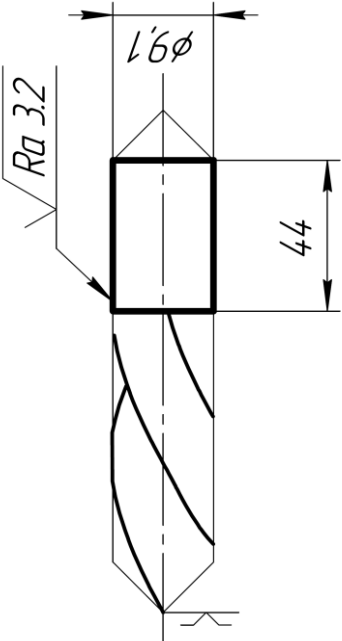
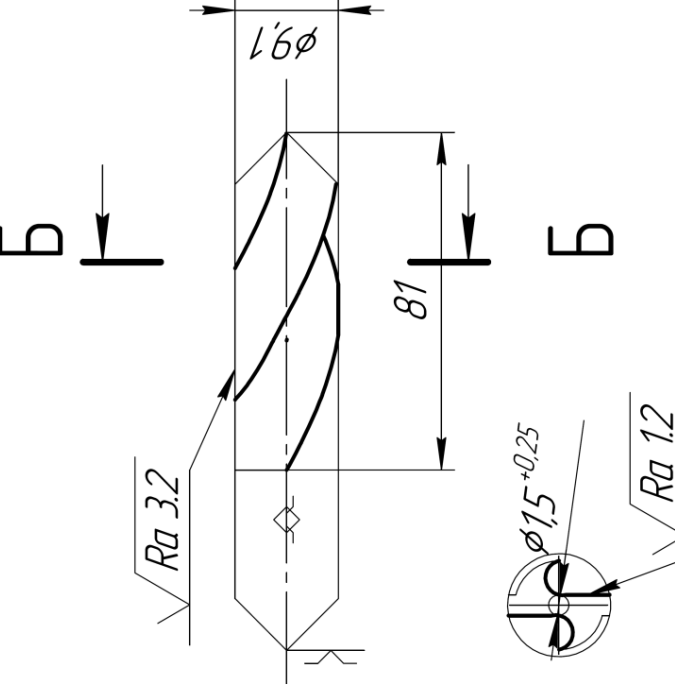
Продовження табл. 3.1

Найменування та зміст операції	Різальний інструмент	Ескіз обробки	Устаткування та пристосування
<p>015. Шліфувальна</p> <p>1. Шліфувати гвинтову канавку одного пера</p> <p>А) Перестановити</p> <p>2. Шліфувати гвинтову канавку другого пера</p>	<p>Шліфувальний круг ПП 100x8x32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ2424-83</p> <p>Шліфувальний круг ПП 100x16x32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ2424-83</p>		<p>Круглошліфувальний верстат 3М152У, ділильна головка, патрон цанговий</p>

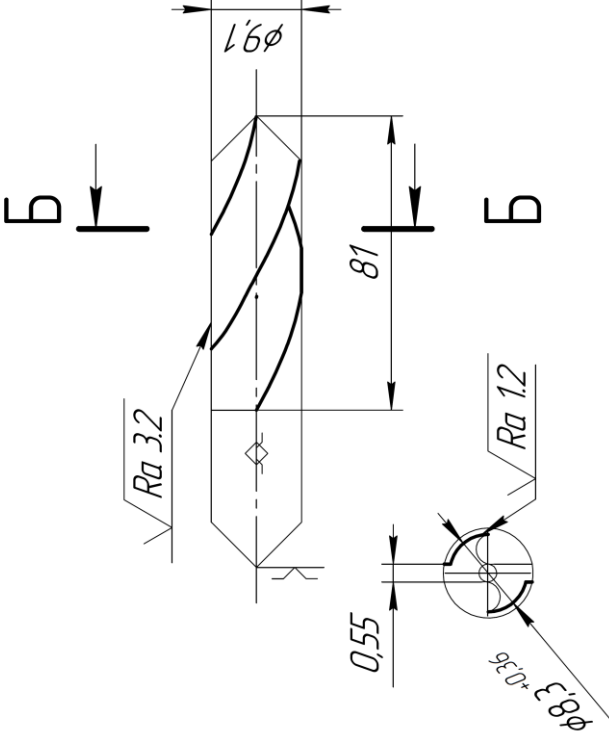
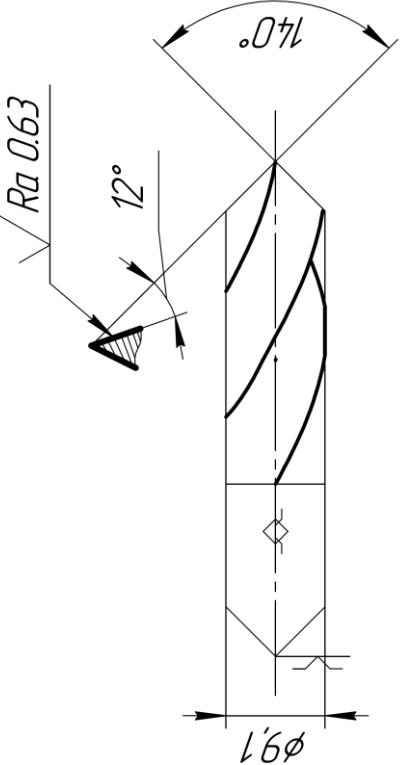
Продовження табл. 3.1

Найменування та зміст операції	Різальний інструмент	Ескіз обробки	Устаткування та пристосування
<p>030. Шліфувальна</p> <p>1. Шліфувати центр з одного боку</p> <p>А) Перестановити</p> <p>2. Шліфувати центр з другого боку</p>	<p>Шліфувальний круг ПП 100x20x32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83</p> <p>Шліфувальний круг ПП 100x20x32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83</p>		<p>Круглошліфувальний верстат 3М152У, ділильна головка, патрон цанговий</p>
<p>035. Шліфувальна</p> <p>Шліфувати зовнішню поверхню робочої частини (з утворенням зворотної конусності)</p>	<p>Шліфувальний круг ПП 100x40x32 24А 35-П СМ1 6 К8 А1кл ГОСТ 2424-83</p>		<p>Круглошліфувальний верстат 3М152У, патрон поводковий, центр</p>

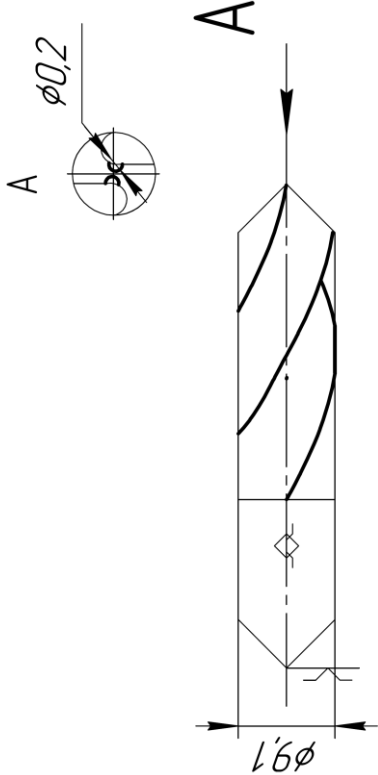
Продовження табл. 3.1

Найменування та зміст операції	Різальний інструмент	Ескіз обробки	Устаткування та пристосування
040. Шліфувальна Шліфувати хвостову частину	Шліфувальний круг ПП 100х40х32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83		Круглошліфувальний верстат 3М152У, патрон цанговий, центр
045. Шліфувальна 1. Шліфувати канавки свердла з одного боку А) Перестановити 2. Шліфувати канавки свердла з другого боку	Шліфувальний круг ПП 100х8х32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83 Шліфувальний круг ПП 100х8х32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83		Круглошліфувальний верстат 3М152У, ділильна головка, патрон цанговий

Продовження табл. 3.1

Найменування та зміст операції	Різальний інструмент	Ескіз обробки	Устаткування та пристосування
<p>050. Шліфувальна</p> <p>1. Шліфувати спинки свердла з одного боку</p> <p>А) Перестановити</p> <p>2. Шліфувати спинки свердла з другого боку</p>	<p>Шліфувальний круг ПП 100х16х32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83</p> <p>Шліфувальний круг ПП 100х16х32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83</p>		<p>Круглошліфувальний верстат 3М152У, ділильна головка, патрон цанговий</p>
<p>055. Заточна</p> <p>1. Заточити задню поверхню свердла на одному пері</p> <p>А) Перестановити</p> <p>2. Заточити задню поверхню свердла на другому пері</p>	<p>Круг 11А2 100х20х32х5 ЛО 12 С1 100% Б1 ГОСТ 24747-90</p> <p>Круг 11А2 100х20х32х5 ЛО 12 С1 100% Б1 ГОСТ 24747-90</p>		<p>Заточувальний верстат 3М363 пристосування для заточування свердел по конусу</p>

Продовження табл. 3.1

Найменування та зміст операції	Різальний інструмент	Ескіз обробки	Устаткування та пристосування
<p>060. Заточна</p> <p>1. Заточити поперечну різальну кромку на одному пері</p> <p>А) Перестановити</p> <p>2. Заточити поперечну різальну кромку на другому пері</p>	<p>Шліфувальний круг ПП 100х8х32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83</p> <p>Шліфувальний круг ПП 100х8х32 24А 40-П СМ1 7 К8 А1кл ГОСТ 2424-83</p>		<p>Заточувальний верстат 3М363 пристосування для заточування свердел</p>
065. Маркувальна Маркувати	—	—	Лазерна маркувальна установка

Проміжні розміри, що визначають положення оброблюваної поверхні, і розміри заготовки розраховують з використанням мінімального припуску.

Проміжні припуски мають дуже важливе значення у процесі розробки технологічної операції механічної обробки деталі. Правильне призначення проміжних припусків на обробку заготовки забезпечує економію матеріалу і трудових ресурсів, якість продукції, що випускається, знижає собівартість виробу і прискорює подальший розвиток машинобудівної промисловості.

Для визначення припуску на механічну обробку в машинобудуванні використовують дослідно – статичний (табличний) або розрахунково – аналітичний методи.

Дослідно – статичний метод використовують в умовах одиничного і дрібносерійного виробництва при виготовленні простих і порівняно дешевих деталей і передбачає призначення загальних і операційних припусків по спеціальним таблицям, які не враховують послідовність механічної обробки, схеми установки заготовки і погрішність попередньої обробки.

Розрахунково – аналітичний метод застосовують в умовах масового, крупносерійного, і серійного виробництва, а також в умовах одиничного виробництва під час випуску складних дорогих деталей важкого машинобудування. Він враховує умови реалізації технологічного процесу, виявляє можливості економії металу і зниження трудомісткості механічної як на етапі проектування нових, так і при аналізі існуючих технологічних процесів.

Мінімальний операційний припуск визначають слідуючи фактори:

Висота нерівностей $R_{z_{i-1}}$, отримана на суміжній попередній операції (переході), яка залежить від методу, режимів і умовах попередньої обробки. При виконанні першої операції $R_{z_{i-1}}$ вибирають по вихідній заготовці, враховуючи метод її отримання.

Глибина дефектного слою металу h_{i-1} , яка виникає після попередньої обробки в зв'язку з знеуглецьованим шаром, корозією, наклепом, утворенням тріщин і т.п.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Цей шар підлягає повному або частковому видаленню під час виконання операції. Величина дефектного слою металу для різних видів механічної обробки знаходять за таблицями.

Просторові відхилення Δ_{i-1} , розташування оброблюваної поверхні відносно базових поверхонь заготовки. До просторових відхилень відносяться кривизна і короблення заготовки, ексцентричність отвору відносно зовнішньої поверхні, непаралельність і не перпендикулярність осей і поверхонь, а також інші відхилення у взаємному положенні.

Ці відхилення мають самостійне значення і повинні враховуватися окремо при розрахунку припусків на обробку.

Величина просторових відхилень залежить від конфігурації і розмірних співвідношень деталей. Сумарне значення $\Delta_{\Sigma_{i-1}}$ визначається як векторна сума просторових відхилень

$$\bar{\Delta}_{\Sigma_{i-1}} = \sum_{j=1}^l \Delta_j,$$

де $\bar{\Delta}_j$ - елементарне просторове відхилення, яке має величину і напрямок;

l - число елементарних просторових погрішностей, формуючих $\Delta_{\Sigma_{i-1}}$.

При обробці плоских поверхонь сумарне значення просторових відхилень визначається як арифметична сума складаючи Δ_j ;

$$\Delta_{\Sigma_{i-1}} = \sum_{j=1}^l \Delta_j,$$

а при обробці поверхонь обертання – по правилу квадратного кореня:

$$\Delta_{\Sigma_{i-1}} = \sqrt{\sum_{j=1}^l \Delta_j^2}.$$

Погрішність установки ε_i , виникають на виконуваний операції. При обробці партії заготовок на попередньо настроєному верстаті оброблювана поверхня займає різні поверхні, має деяке зміщення.

Це зміщення викликається коливаннями сили закріплення, неоднорідність поверхневого слою заготовки, погрішність виготовлення їх

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

базової поверхні, неточністю виготовлення і зношування установочних елементів пристосування, погрішність вивірки при індивідуальній установці заготовок.

Компенсація цих просторових зміщень і поворотів вимагає збільшення мінімального припуску на величину ε_i .

Погрішність установки заготовки для обробки на верстаті визначається в загальному вигляді як векторна сума погрішності базування ε_o і погрішність закріплення ε_s :

$$\bar{\varepsilon}_i = \bar{\varepsilon}_o + \bar{\varepsilon}_s.$$

При обробці плоских поверхонь погрішність установки може бути визначений як арифметична сума її складових:

$$\varepsilon_i = \varepsilon_o + \varepsilon_s,$$

а при обробці поверхонь обертання – по правилу квадратного кореня:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_o^2 + \varepsilon_s^2}.$$

Погрішність базування ε_o визначається з геометричних зв'язків в залежності від прийнятої схеми базування. При сполученні установочної і вимірювальної баз $\varepsilon_o = 0$. Цьому при виборі схеми базування необхідно намагатися до виконання цієї умови.

Вихідні дані: Діаметр прокату – до 25 мм, якість поверхні прокату – звичайна.

$$2z_{min} = 2 \left(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right)$$

де Rz – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

T_{i-1} – глибина дефектного шару на попередньому переході;

ε_{i-1} – сумарне відхилення розташування площини;

ε_{yi} – похибка установки заготовки.

$Rz = 150$ – висота нерівності профіля;

$T = 150$ – стані і глибина поверхневого шару;

$\Delta_K = 4$ – питома кривизна поверхні що обробляється;

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

l (заготовки) = 125 мм;

d (заготовки) = 10 мм;

$\rho = \rho_{\text{кор}}$ – значення просторових відхилень;

$\rho_{\text{кор}} = \Delta_K l$ – величина короблення поверхні що обробляється.

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{ц}}^2} = \sqrt{501,6^2 + 250^2} = 560,448 \text{ мкм}$$

$$\rho_{\text{кор}} = \sqrt{(\Delta_K d)^2 + (\Delta_K l)^2} = \sqrt{(4 \cdot 10)^2 + (4 \cdot 125)^2} = 501,6 \text{ мкм}$$

де d і l – діаметр і довжина оброблювальної ділянки

$\rho_{\text{ц}} = 0.25$ мм – похибка центрування

Остаточне просторове відхилення

$$\rho_{\text{ост}} = k_y \rho$$

k_y – коефіцієнт уточнення формули

Для каліброваного прокату:

Після чорнового точіння $\rho_1 = 0.06 \cdot 560,448 = 33,627$

Після чистового точіння $\rho_2 = 0.04 \cdot 560,448 = 22,418$

Після шліфування $\rho_2 = 0.02 \cdot 560,448 = 11,209$

$\varepsilon_y = \varepsilon_6 \pm \varepsilon_3$ – похибка установки заготовки

$\varepsilon_3 = 55$ – похибка закріплення

Остаточна похибка установки

При чистовому точінні $\varepsilon_3 = 0.05 \cdot 55 = 2,75$

При тонкому $\varepsilon_3 = 0.005 \cdot 55 = 0,275$

Мінімальні припуски

Чорнове точіння

$$2Z_{\text{min}_1} = 2 \left(150 + 150 + \sqrt{560,448^2 + 55^2} \right) = 2 \cdot 317,426 \text{ мкм}$$

Чистове точіння

$$2Z_{\text{min}_2} = 2 \left(120 + 120 + \sqrt{33,627^2 + 2,75^2} \right) = 2 \cdot 273,739 \text{ мкм}$$

Чорнове шліфування

$$2Z_{\text{min}_3} = 2(30 + 30 + 22,418) = 2 \cdot 82,418 \text{ мкм}$$

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Чистове шліфування

$$2Z_{min4} = 2(10 + 20 + 11,209) = 2 \cdot 41,209 \text{ мкм}$$

$$d_{p4} = 9,085 + 0,082 = 9,167$$

$$d_{p3} = 9,167 + 0,164 = 9,331$$

$$d_{p2} = 9,331 + 0,546 = 9,877$$

$$d_{p1} = 9,877 + 0,634 = 10,511$$

Найбільший граничний розмір

$$d_{max4} = 9,085 + 0,017 = 9,102$$

$$d_{max3} = 9,185 + 0,025 = 9,210$$

$$d_{max2} = 9,350 + 0,100 = 9,450$$

$$d_{max1} = 9,950 + 0,340 = 10,290$$

$$d_{max1} = 11,450 + 1,800 = 13,250$$

$$2Z_{max4}^{rp} = 9,210 - 9,102 = 0,108\text{мм} = 108\text{мкм}$$

$$2Z_{max3}^{rp} = 9,450 - 9,210 = 0,240\text{мм} = 240\text{мкм}$$

$$2Z_{max2}^{rp} = 10,290 - 9,450 = 0,840\text{мм} = 840\text{мкм}$$

$$2Z_{max1}^{rp} = 13,250 - 10,290 = 2,960\text{мм} = 2960\text{мкм}$$

$$2Z_{min4}^{rp} = 9,185 - 9,085 = 0,1\text{мм} = 100\text{мкм}$$

$$2Z_{min3}^{rp} = 9,350 - 9,185 = 0,15\text{мм} = 150\text{мкм}$$

$$2Z_{min2}^{rp} = 9,950 - 9,350 = 0,6\text{мм} = 600\text{мкм}$$

$$2Z_{min1}^{rp} = 11,450 - 9,950 = 1,5\text{мм} = 1500\text{мкм}$$

3.6 Розрахунок режимів різання

Однією із складових частин розробки технологічного процесу являється встановлення режимів різання і визначення норм часу на виконання заданої роботи.

На основі технічного нормування визначається виробнича потужність, потреба в обладнанні, інструментах і робочій силі.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Щоб отримати оптимальні норми часу на операцію, необхідно у повному обсязі використовувати ріжучі властивості інструменту і виробничі можливості технологічного обладнання.

Фактором, що впливає на вибір режимів різання, являються: матеріал, форма і жорсткість оброблюваної заготовки, вид інструменту і матеріал ріжучої частини, надійність закріплення заготовки на верстаті, потужність верстата.

Прийняті режими різання повинні повністю задовольняти технологічним умовам по відношенню заданого класу чистоти поверхні і точності обробки.

При призначенні елементів режимів різання враховуємо характер обробки, тип і розміри інструменту, матеріал його ріжучої частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан устаткування.

Операція 005 Відрізання заготовки робочої частини з прокату за допомогою шліфувального круга.

Для відрізання заготовки призначаємо $S=140$ мм/хв. При швидкості різання $V=60$ м/с.

Операція 010 Точіння робочої частини.

Для точіння вибираємо глибину точіння $t=1,22$ мм. Призначаємо $S_{\text{прод}}=0,5$ мм/об. при швидкості різання $V=219$ м/хв.

Інструмент - контурний різець $\varphi=45^\circ$, T15K6, $L=90$ мм, $b \times h=16 \times 25$, товщина пластини $s=4$ мм.

Проведемо розрахунок сили різання чорнового точіння:

$$P = 10C_p t^x S^y V^n K_p$$

де C_p – коефіцієнт, $C_p=300$;

S – повздовжня подача, $S=0,5$ мм/об;

V – швидкість точіння, $V=219$ м/хв;

x, y, n -- коефіцієнти, $x = 1$, $y = 0,75$, $n = -0,15$

$$P_z = 300 \cdot 1,22 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 219^{-0,15} = 98,6 \text{ Н}$$

Необхідно визначити ефективну потужність, при чорновому точінні:

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{98,6 \cdot 219}{1000 \cdot 60} = 0,35 \text{ кВт}$$

Операція 020 Шліфування спіральних канавок.

Для шліфування вибираємо глибину $t=4$ мм.

Призначаємо $S_z=0,05$ мм. Діаметр круга $D=100$ мм, ширина шліфування $B=20$ мм.

Визначимо швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x z^p B^u S_z^y} K_v$$

де C_v – коефіцієнт, $C_v=68,5$;

x, y, u, p, q - коефіцієнти, $x = 0,3$, $m = y = 0,2$, $u = p = 0,1$, $q = 0,25$

K_v – коефіцієнт, $K_v=1$.

$$V = \frac{68,5 \cdot 100^{0,25}}{90^{0,2} \cdot 4^{0,3} \cdot 10^{0,1} \cdot 20^{0,1} \cdot 0,05^{0,2}} = 62,3 \text{ м/хв}$$

Проведемо розрахунок сили різання для круглого без центрового шліфування:

$$P = \frac{10 C_p S_z^y t^x z B^n}{D^q n^w} K_p$$

Де C_p – коефіцієнт, $C_p=68,2$;

S – подача, $S=0,05$ мм;

x, y, n, w, q -- коефіцієнти, $y = 0,72$, $n = 1$, $w = 0$, $x = q = 0,86$

K_v – коефіцієнт, $K_v=1$.

$$P = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 0,05^{0,72} \cdot 4^{0,86} \cdot 10 \cdot 20^1}{100^{0,86} \cdot n^0} 1 = 990 \text{ Н}$$

Необхідно визначити ефективну потужність:

$$N = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{990 \cdot 62,3}{1000 \cdot 60} = 1,01 \text{ кВт}$$

Операція 040 Шліфування зовнішню поверхню.

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Для шліфування швидкість заготовки $V_3=20\text{м/хв}$ та глибину шліфування $t=0,05\text{ мм}$. Призначаємо $S_{\text{прод}}=10\text{ мм/хв.}$, швидкість шліфувального круга $V_k=30\text{м/хв.}$

Визначимо ефективну потужність, при шліфуванні:

$$N = C_N V_3^r t^x S^y d^q$$

Де C_N – ефективна потужність, $C_N=0,14\text{ кВт}$;

t – глибина шліфування, $t=1,0\text{ мм}$;

S – подача, $S=0,05\text{ мм/об}$

d – діаметр шліфування, $d=19\text{ мм}$.

r, x, y, q – показники степеню, $r=0,8, x=0,8, y=0, q=0,2$

$$N = 0,14 \cdot 20^{0,8} \cdot 0,05^{0,8} \cdot 1 \cdot 19^{0,2} = 0,25\text{ кВт}$$

Режими різання задля виконання операції в технологічному процесі, визначені табличним методом, наведені у таблиці 3.2.

3.7 Розрахунок норм часу

Технічна норма часу на обробку заготовки є однією з основних параметрів для розрахунку вартості виготовлених деталей, кількості виробничого устаткування, заробітної плати робітників і планування виробництва.

Технічну норму часу визначають на основі технічних можливостей технологічного оснащення, різального інструменту, верстатного обладнання і правильної організації робочого місця.

У серійному виробництві визначення технічної норми часу зводиться до визначення норми штучно-калькуляційного часу $T_{ш-к}$:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{пз}}{n} + T_{шт}$$

де: $T_{пз}$ – підготовчо-заключний час, хв;

n – кількість деталей в партії, шт;

$T_{шт}$ – штучний час на обробку, хв:

$$T_{шт} = T_o + T_d + T_{об} + T_{вдп}$$

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Режими різання на виготовлення свердла

Найменування та зміст операції	Режими різання			
	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв
005. Токарна Відрізати заготовку (з утворенням зовнішнього конуса)	5	0.04	12.6	500
010. Токарна 1. Точити робочу частину А) Перевстановити деталь 2. Точити хвостову частину	0.2 0.2	0.02 0.02	12.7 12.7	630 630
015. Шліфувальна 1. Шліфувати гвинтову канавку одного пера А) Перестановити 2. Шліфувати гвинтову канавку другого пера	3.2 3.2	0.04 0.04	25 25	3200 3200
020. Шліфувальна 1. Шліфувати спинку одного пера А) Перестановити 2. Шліфувати спинку другого пера	0.05 0.05	0.04 0.04	25 25	3200 3200
025. Термічна 1. Загартувати 2. Відпалити	-	-	-	-
030. Шліфувальна 1. Шліфувати центр з одного боку А) Перестановити 2. Шліфувати центр з другого боку	0.01 0.01	0.011 0.011	25 25	3200 3200
035. Шліфувальна Шліфувати зовнішню поверхню робочої частини (з утворенням зворотної конусності)	0.01	0.05	25	3200
040. Шліфувальна Шліфувати хвостову частину	0.01	0.04	25	3200
045. Шліфувальна 1. Шліфувати канавки свердла з одного боку А) Перестановити 2. Шліфувати канавки свердла з другого боку	0.01 0.01	0.04 0.04	25 25	3200 3200

Продовження табл 3.2

Найменування та зміст операції	Режими різання			
	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, об/хв
050. Шліфувальна				
1. Шліфувати спинки свердла з одного боку	0.01	0.04	25	3200
А) Перестановити				
2. Шліфувати спинки свердла з другого боку	0.01	0.04	25	3200
055. Заточна				
1. Заточити задню поверхню свердла на одному пері	0.001	0.02	25	3200
А) Перестановити				
2. Заточити задню поверхню свердла на другому пері	0.001	0.02	25	3200
060. Заточна				
1. Заточити поперечну різальну кромку на одному пері	0.012	0.02	25	3200
А) Перестановити				
2. Заточити поперечну різальну кромку на другому пері	0.012	0.02	25	3200
065. Маркувальна				
Маркувати	-	-	-	-

T_o – основний час, хв;

T_d – допоміжний час, хв;

$T_{об}$ – час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_{вдп}$ – час перерв на відпочинок і особисті потреби, хв;

Допоміжний час складається з витрат на окремі прийоми:

$$T_{\partial} = T_{в.з.} + T_{з.в.} + T_{пу} + T_{вим}$$

де $T_{в.з.}$ – час на встановлення і зняття деталі, хв;

$T_{з.в.}$ – час на закріплення і відкріплення деталі, хв;

$T_{пу}$ – час на прийоми управління, хв;

$T_{вим}$ – час на вимірювання деталі, хв.

Розрахунок норм часу по операціях технологічного процесу зведено у таблицю 3.3

Таблиця 3.3 – Норми часу на виготовлення свердла

Найменування операції	Норми часу, хв			
	T_o	T_d	$T_{пз}$	$T_{шт}$
005. Токарна	0,35	1,1	16	1,61
010. Токарна	2,54	1,2	16	3,9
015. Шліфувальна	9,25	0,8	32	10,37
020. Шліфувальна	4,67	2,8	32	7,79
030. Шліфувальна	2,89	1,4	32	4,61
035. Шліфувальна	2,15	1,3	32	3,77
040. Шліфувальна	1,67	1,1	32	3,09
045. Шліфувальна	4,15	2,1	25	6,5
050. Шліфувальна	1,59	1,75	25	3,59
055. Заточна	2,56	2,4	32	5,28
060. Заточна	1,15	1,2	32	2,67

Використана література:

1. Алюминиевый сплав АД31Т деформируемый [электронный ресурс] – Режим доступа до інтернет-сторінки: <http://stankiexpert.ru/spravochnik/materialovedenie/splav-ad31t.html>;
2. ГОСТ 4784-97 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки;
3. АД31т1 характеристики сплава [электронный ресурс] – Режим доступа до інтернет-сторінки: <http://www.furnitu.ru/advice/3/>;
4. ГОСТ 19548-88. Сверла спиральные для обработки легких сплавов. Технические условия;
5. Что такое HSS сталь? Виды и отечественные аналоги HSS. [электронный ресурс] – Режим доступа до інтернет-сторінки: <https://instruments.zp.ua/ru/reference/info/266-hss.html>;
6. ГОСТ 25751-83 Термины та определения;
7. Геллер Ю.А. Инструментальні сталі. – М.: Металургія, 1983. – 526 с.;
8. <https://www.rinscom.com/articles/markirovka-hss-sverla-что-это/>;
9. Родін П.Р. Геометрія різальної частини спірального свердла. «Техніка», 1971;
10. Режущий инструмент. Курсовое и дипломное проектирование. Учебное пособие./Под ред. Е.Э. Фельдштейна. – Мн.: Дизайн ПРО, 2002. – 320 с., ил.;
11. Барсов А.И., Иванов А.В., Кладова К.И. та ін. Технологія виготовлення різального інструменту. – М.: Машинобудування, 1972. – 136 с.;
12. Справочник технолога-машиностроения. В 2-х т. С74 Т. 1 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перрераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986.;
13. Справочник технолога-машиностроения. В 2-х т. С74 Т. 2 /Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перрераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил. ;

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

14. Авраменко, В. Е. Технология машиностроения. Расчет припусков и межпереходных размеров: Учеб. пособие / В. Е. Авраменко, Ю.Ю. Терсков. Красноярск: ПИ СФУ, 2007. 88 с.;
15. Родін, П. Р. (1986). Металоріжущі інструменти. Київ: Вища школа.
16. Родін, П. Р. (1990). Основи проектування ріжучих інструментів. Київ: Вища школа;
17. Родін, П. Р., Равська Н. С., Ковалова Л. І., Роден Р. П. (1994). Різальний інструмент в прикладах і задачах. Навчальний посібник у прикладах і задачах. Підручник]. Київ: Вища школа;
18. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. /Ред. Совет: Б.Н. Вардашкин (пред) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1/под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592 с., ил.;

					ДПБ МІ-п6101.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

Затверджую:

Директор ТОВ з П "БІБУС Україна"


_____ (Позур С.В.)

"05" _____ 11 _____ 2018р.

М. П.



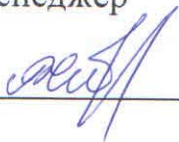
Технічне завдання

на науково-дослідну роботу

«Розробка конструкції та технології виготовлення свердла»

Замовник:

Менеджер



_____ Ратніков С.П.

Виконавець:

Завідувач кафедрою ІТМ



_____ Пасічник В.А.

Асистент кафедри ІТМ



_____ Майданюк С.В.

Студент групи МІ-пб1



_____ Бобков Д.С.

Київ 2019

1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

1.1 Повна назва розробки та її умовне позначення

«Розробка конструкції та технології виготовлення свердла для свердління отворів в алюмінієвих профілях»

1.2 Назви підприємств розробника та замовника системи та їх реквізити

Замовник:

ТОВ з П "БІБУС Україна"

юр.адр.: м. Київ, вул. Лятошинського, 4-А/289

пошт.адр.: вул. Одеська, 22, с. Крюківщина,

Києво-Святошинський р-н, Київська область

Виконавець:

Кафедра інтегрованих технологій

машинобудування

КПІ ім. Ігоря Сікорського

1.3 Порядок оформлення та пред'явлення замовникові результатів робіт

По закінченню роботи подається: робоче креслення свердла, методика профілювання інструменту для утворення гвинтових канавок свердла, технологія виготовлення та поновлення працездатності інструменту.

2 МЕТА ТА ВИХІДНІ ДАНІ

2.1 Мета створення розробки

Розробити фрезу дискову відрізну для відрізання алюмінієвих профілів.

2.2. Вихідні дані

- оброблюваний матеріал – алюмінієвий сплав,
- діаметр свердла – 9,1 мм,
- верстат для оброблення – свердлильний верстат KGB 30 KNUTH.

3. ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Середовище розробки 3D моделей та креслень – Autodesk Inventor.

4. ЕТАПИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Етап та його зміст	Термін виконання	Результат
1. Аналіз конструкцій свердел для свердління отворів в алюмінієвих профілях, розробка робочого креслення свердла.	15.04.2019р	Креслення фрези та корпусу
2. Розробка технології виготовлення свердла	10.05.2019р	Маршрутна технологія виготовлення свердла
3. Розробка методики профілювання інструменту для утворення гвинтових канавок свердла	10.05.2019р	Файл з методикою в Autodesk Inventor
3. Проведення порівняльних випробувань процесу свердління	17.05.2019р	Акт випробувань

5. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

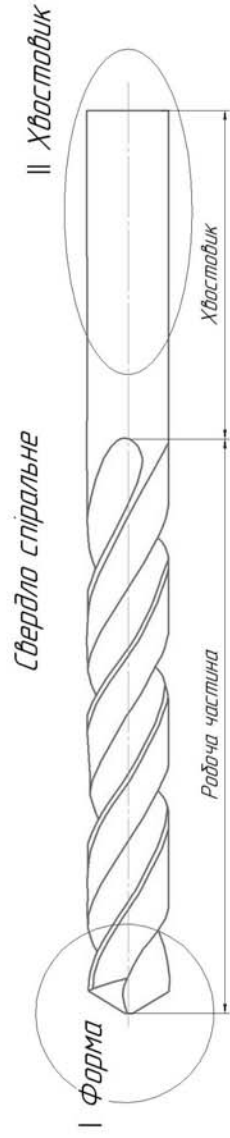
- 5.1 Підвищення продуктивності процесу свердління отворів в алюмінієвих профілях.
- 5.2 Підвищення якості оброблених поверхонь отворів.

6. МАТЕРІАЛИ, ЩО НАДАЮТЬСЯ ПІСЛЯ ЗАКІНЧЕННЯ РОБОТИ

- 6.1 Робоче креслення свердла.
- 6.2 Методика профілювання інструменту для утворення гвинтових канавок свердла.
- 6.3 Технологія виготовлення свердла.
- 6.4 Технологія відновлення працездатності свердла.

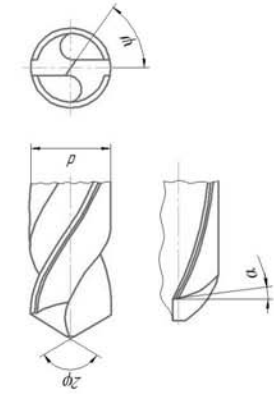
7. ПОРЯДОК РОЗГЛЯДУ ТА ПРИЙМАННЯ РОБОТИ

- 7.1 Результати роботи передаються по акту приймання робіт.



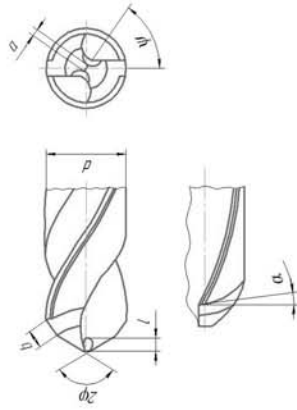
I Види заточок спіральних свердел для обробки легких матеріалів за ГОСТ 19543-74

II Типи циліндричних хвостовиків спіральних свердел

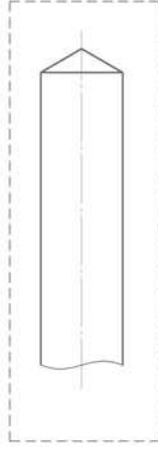


Подвійна заточка

Звичайний циліндричний хвостовик
використовується на свердлах діаметром більше 10 мм.



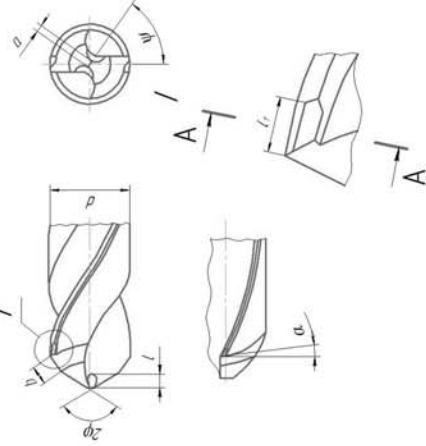
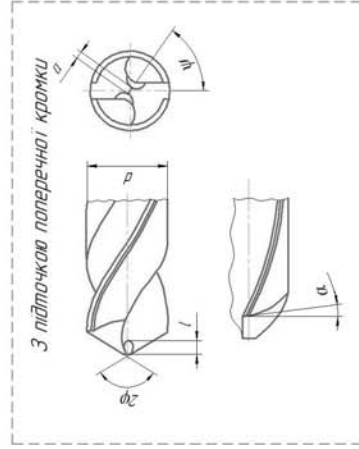
Циліндричний хвостовик з заплісним конусом
використовується на свердлах діаметром менше 10 мм.



+	-
Простота виготовлення	Великі сили різання
Сабідартність	Швидкість зношування

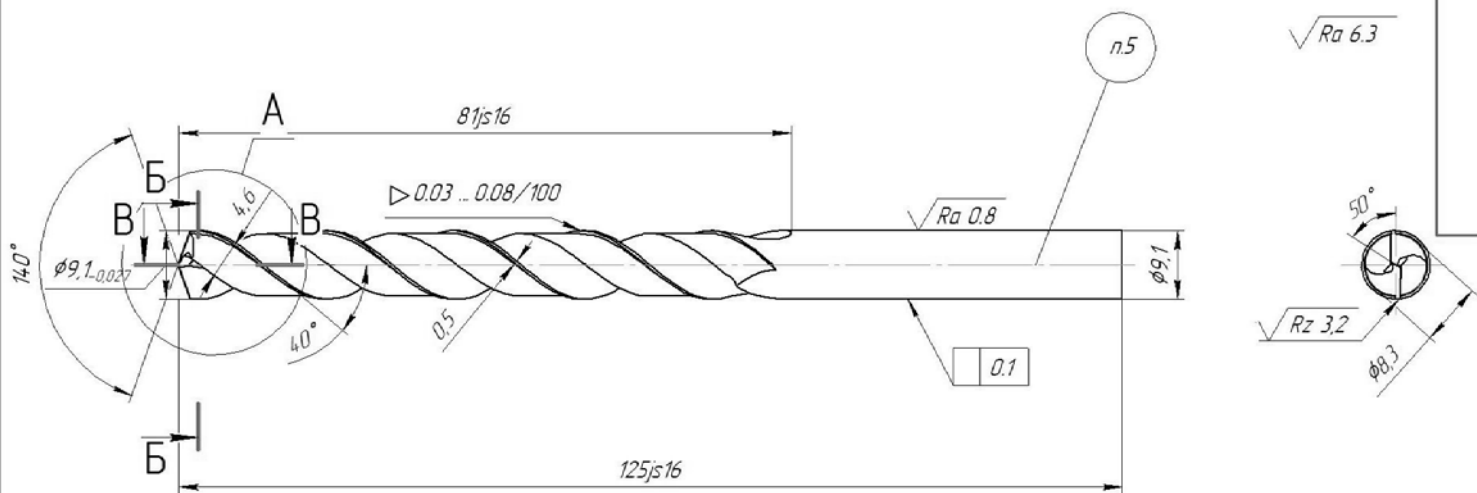
З підточкою поперечної кромки та стрічки

III Підточка

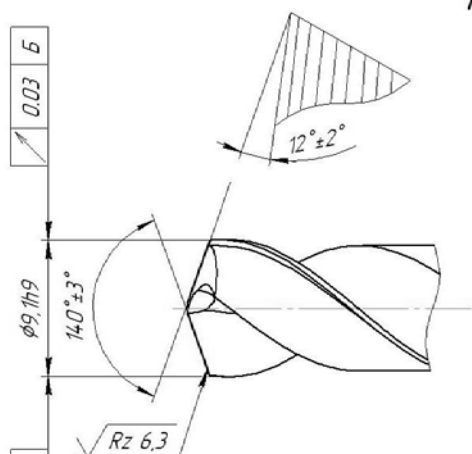


+	-
Простота заточки	Великі сили різання
Сабідартність	Постійне перетачування

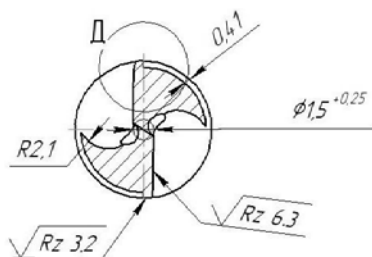
+	-
Точність отриманого отвору	Складність заточки



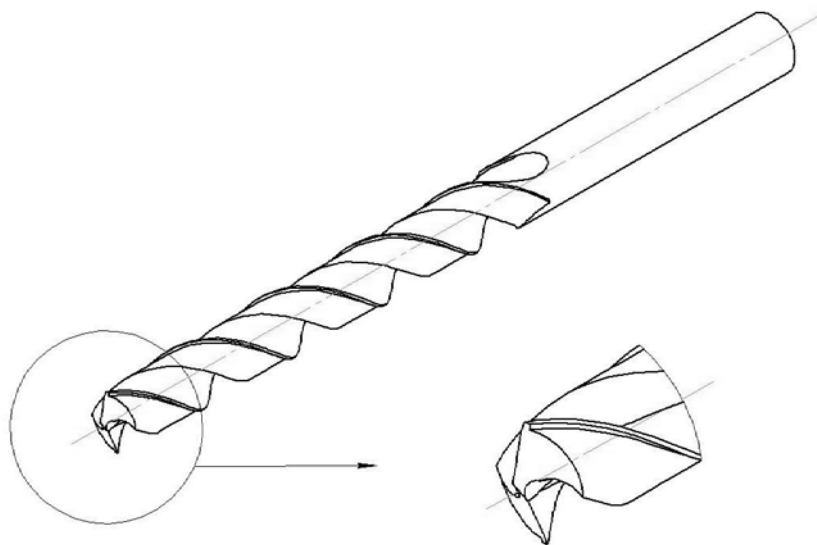
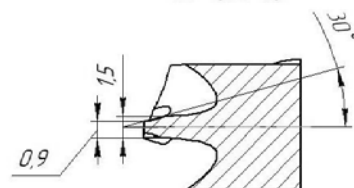
A (2:1)



Б (2:1)



В (2:1)



* Розмір для довідок.

1. HRC3 63...66
2. Допуск симетричності сердцевини щодо осі не більше 0.15 мм
3. Допуск симетричності поперечної різальної кромки відносно діаметра не більше 0.04 мм
4. ДСТУ ISO 2768-mK
5. Маркірувати: 9.1, A1 P6M5K5

Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Разр.	Бодков Д.С.				2:1
Проб.				Лист	Листов	1
Г.контр.						
Н.контр.						
Утв.						

Р6М5К5 ГОСТ 19265-73

Копировал

Формат А2

Перв. примен.

Спроб. №

Лист и дата

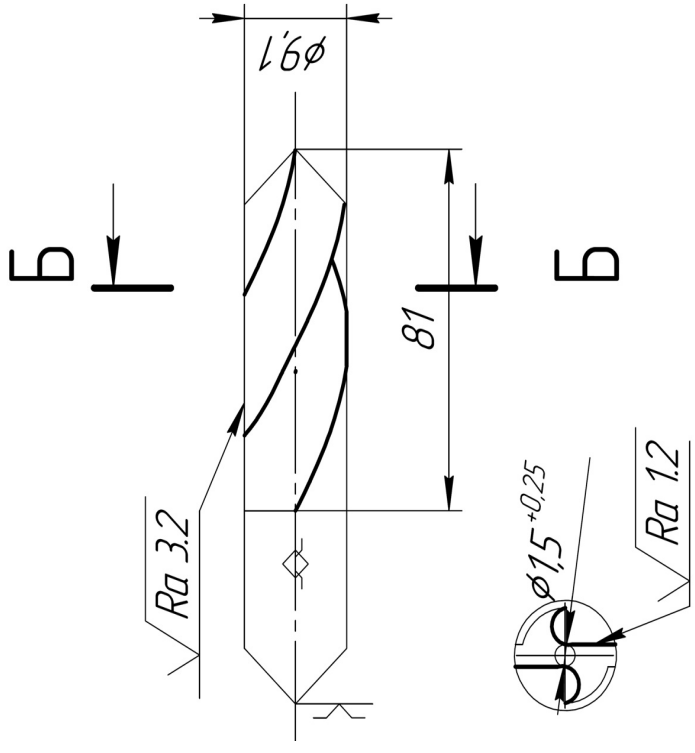
Изм. № докл.

Взам. инв. №

Изм. № подл.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

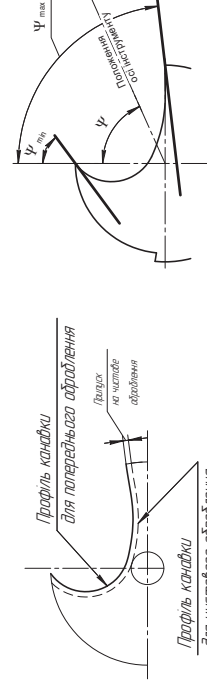
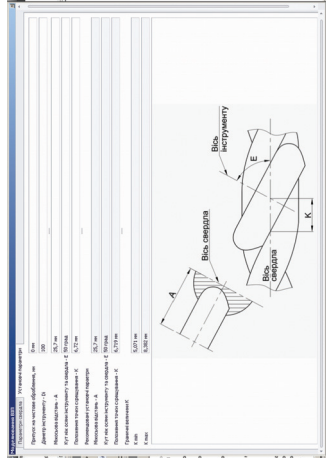
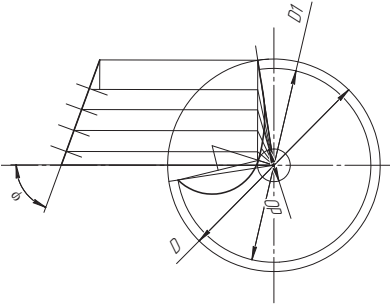
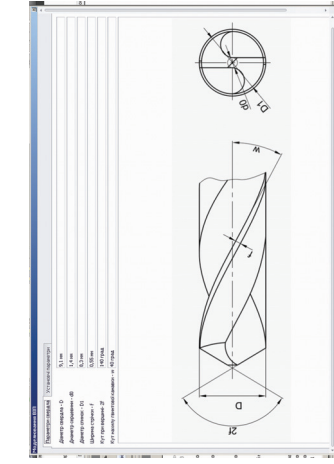
Разраб.	Бобков Д.С.			КПІ ім. Ігоря Сікорського				1	1
Н.контр.				Свердло спіральне 9,1					015





Инд. № подл.	Подл. в дома	Врам. инд. №	Инд. № дугл.	Подл. в дома	Сград. №	Испр. нрмен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	--------------

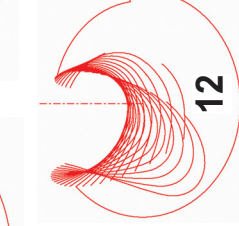
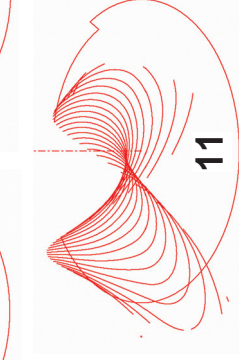
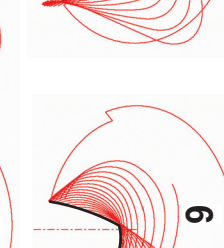
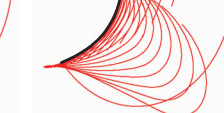
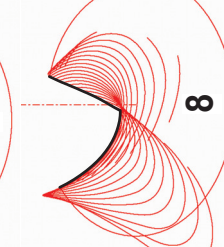
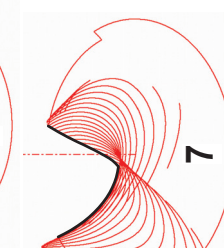
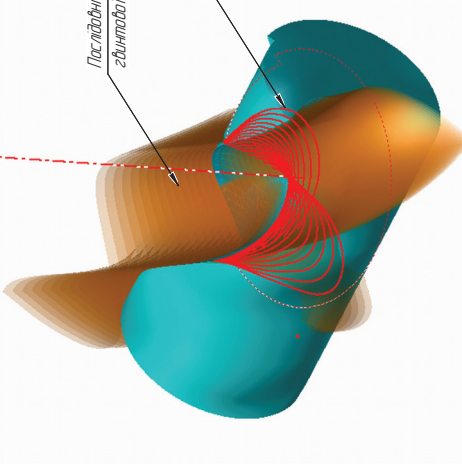
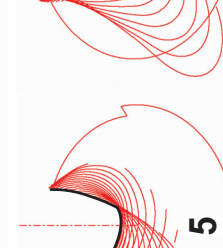
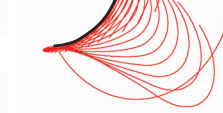
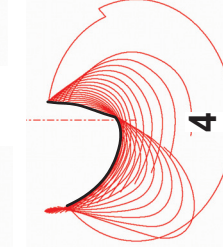
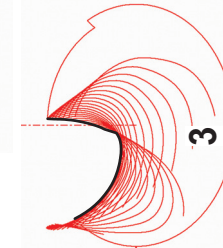
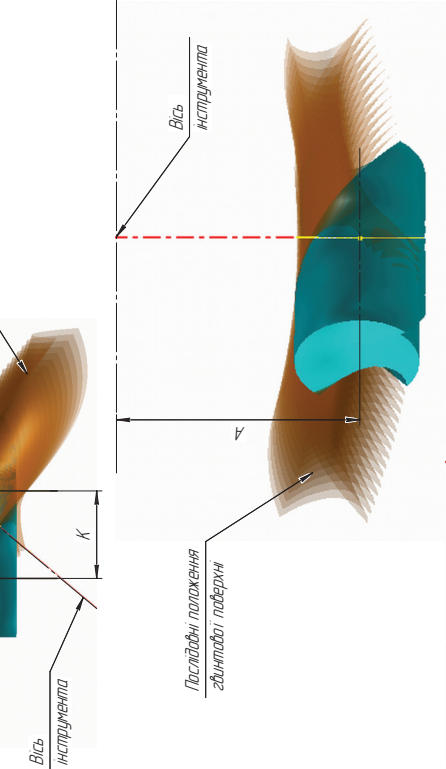
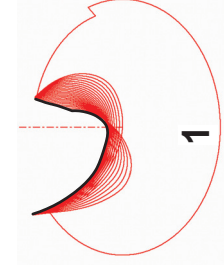
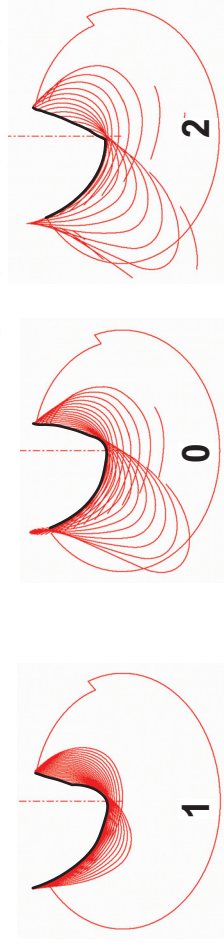
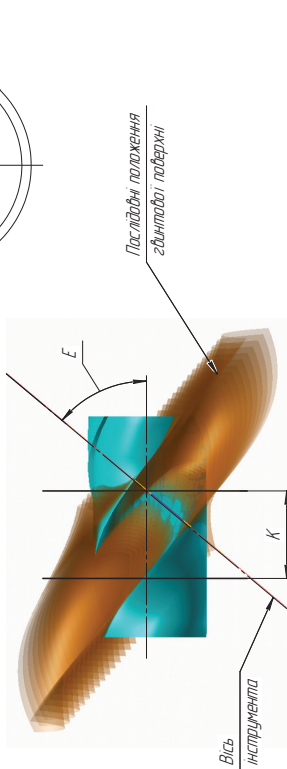
ПРОФІЛЮВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ ОБРОБЛЕННЯ ГВИНТОВОЇ КАНАВКИ СВЕРДЛА



Граничні положення
осі інструменту

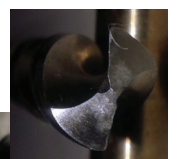
N	K, мм	E, град	A, мм	D1, мм
0	6,72	50	100,7	100
1	6,72	50	50,7	50
2	6,72	50	150,7	150
3	5,1	50	100,7	100
4	6	50	100,7	100
5	7,5	50	100,7	100
6	8,3	50	100,7	100
7	6,72	46	100,7	100
8	6,72	48	100,7	100
9	6,72	52	100,7	100
10	6,72	54	100,7	100
11	6,72	40	100,7	100
12	6,72	60	100,7	100

Визначення профілю
вихідної інструментальної поверхні
для оброблення гвинтової канавки
при різних установочних параметрах



ПОРІВНЯЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ

Конструкції свердел
свердло 1
свердло 2



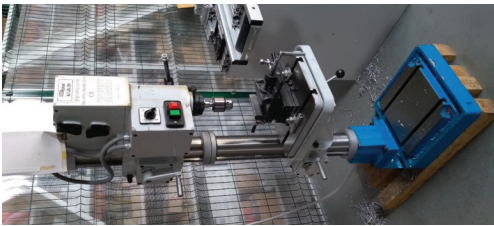
Конструктивні
та геометричні
розміри свердел

Свердло 1

Свердло 2

d ₁ мм	k _r мм	2φ ₁ град	φ ₁ град	φ ₂ град	α ₁ град
9,1	1,3	130	30	60	8
9,1	1,5	140	40	50	12

Свердильний верстат
КГВ 30 КНУТН



ШОРСТКІСТЬ
ПОВЕРХНІ

Вимірювання
шорсткості
отворів
профільометром
MarSurf PS1

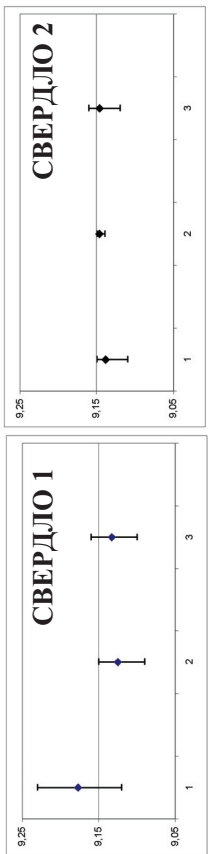
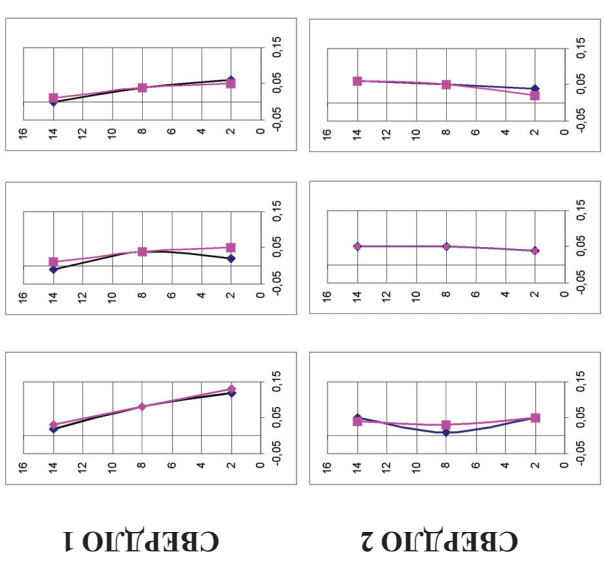


РОЗМІРИ ОТВОРІВ

Швидкість різання, м/хв ЗОТС	19,73	19,73	12,58
макроемулсія для обробки алюмінієвих сплавів LACTUCA MSF 5200 (5% розчин) "Total Lubrificants SA" (Франція) за ISO 6743/7	-	+	+

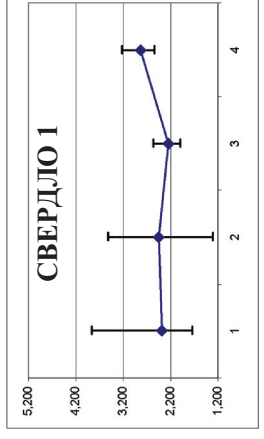
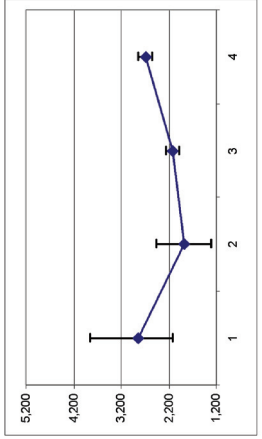
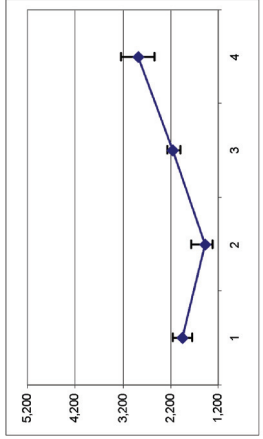


Вимірювання
отворів
нутроміром



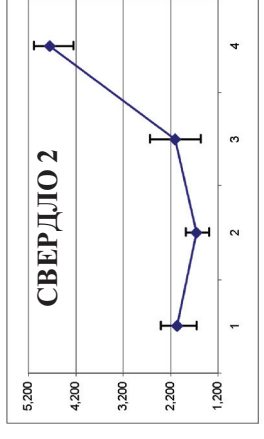
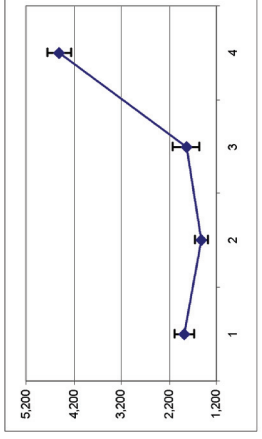
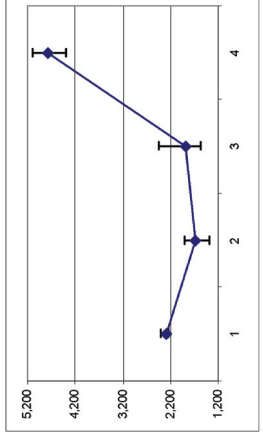
СВЕРДЛО 1

V, м/хв ЗОТС	19,73	19,73	12,58	25,3
	-	+	+	+



СВЕРДЛО 2

V, м/хв ЗОТС	19,73	19,73	12,58	25,3
	-	+	+	+



НА ВХОДІ

НА ВИХОДІ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор ТОВ з П "БІБУС Україна"

_____ (Позур С.В.)



_____ 2019 р.

**ПРОТОКОЛ
ПОРІВНЯЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ
свердління отворів в алюмінієвих профілях**

Протокол порівняльних випробувань точності та якості свердління отворів в заготовках з алюмінієвого сплаву АД31Т на свердлильному верстаті KGB 30 KNUTH інструментом що використовуються на підприємстві та інструментом запропонованої конструкції.

Обладнання - свердлильний верстат KGB 30 KNUTH (рис. 1).

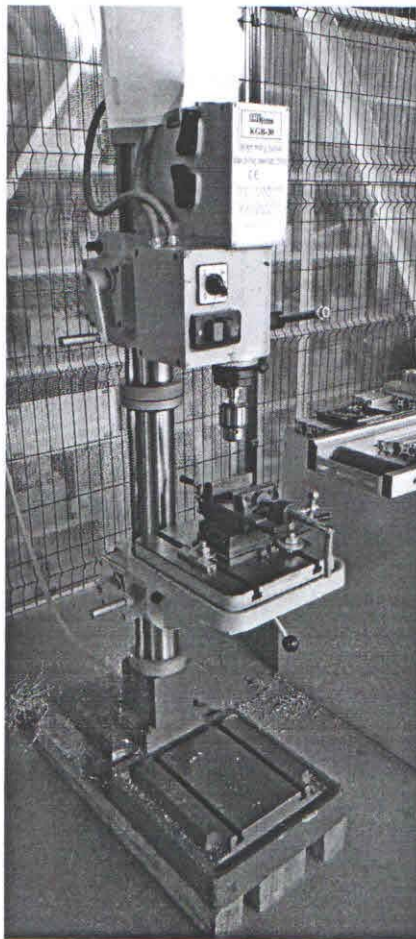


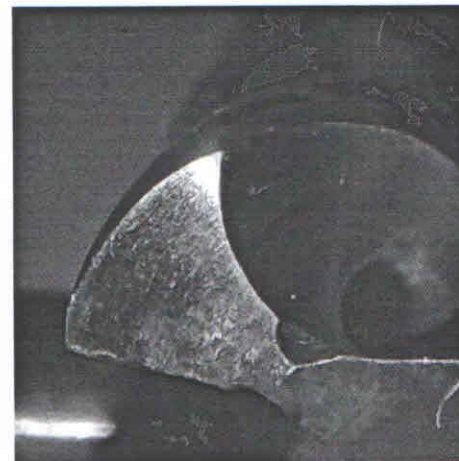
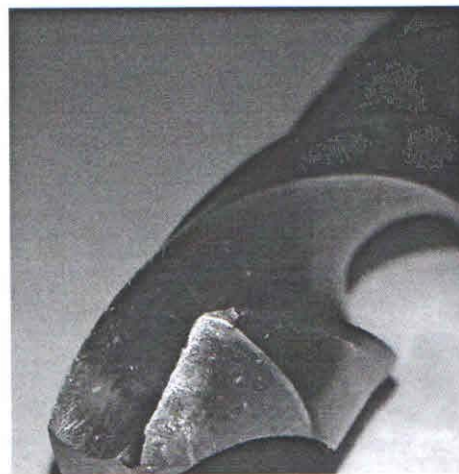
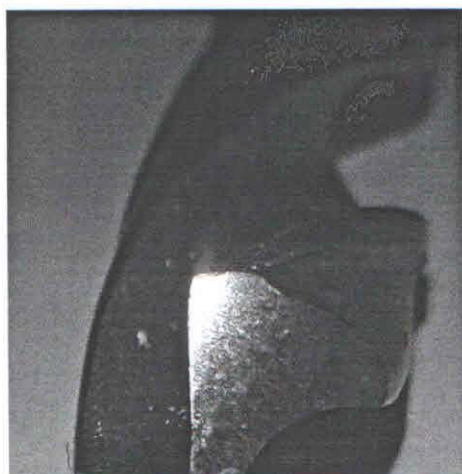
Рисунок 1. Свердлильний верстат KGB 30 KNUTH

Зразки матеріалів для випробувань з алюмінієвого сплаву АД31Т товщиною 16мм.

Інструменти що приймають участь у випробуваннях наведені в таблиці 1 та на рис. 2.

Таблиця 1

№	Назва інструмента	d, мм	k, мм	2φ, град	ω, град	ψ, град	α, град	Особливості
1	Свердло, що використовується фірми "GARANT"	9,1h8	1,3	130	30	60	8	—
2	Свердло запропонованої конструкції	9,1h8	1,5	140	40	50	12	З підточкою поперечної різальної кромки



а

б

Рисунок 2. Зразки свердел:

а) Свердло фірми "GARANT", б) свердло запропонованої конструкції

Порядок проведення випробувань:

1. підготовка інструментів, зразків та верстата для випробувань:

- зразок 1 - розмітка та свердління центрових отворів під свердління (рис. 3);
- зразок 2 – розмітка під свердління;

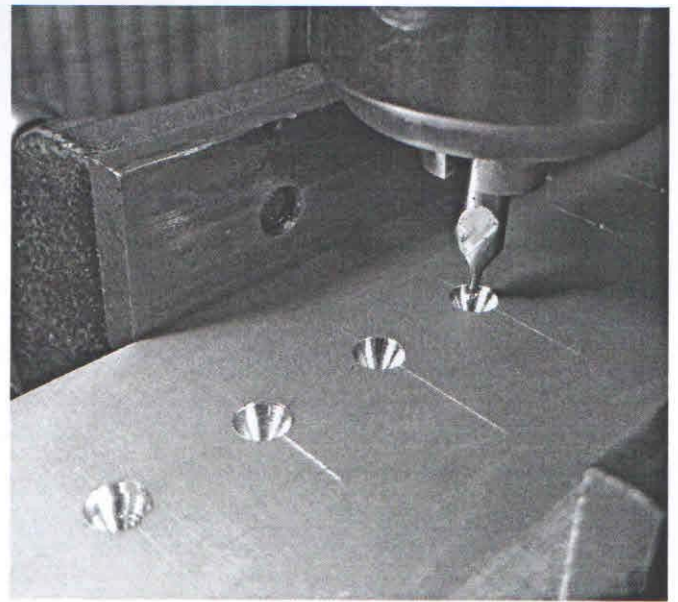
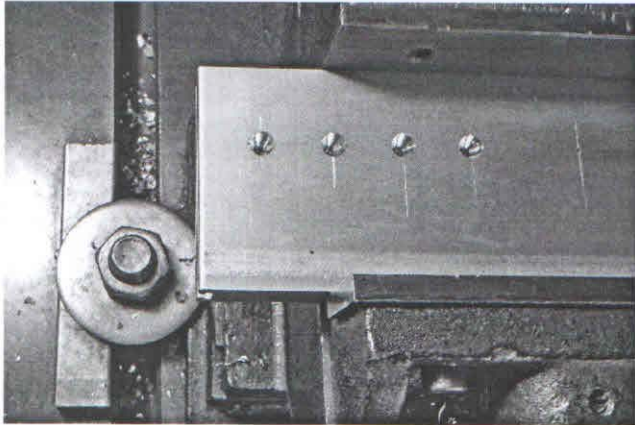


Рисунок 2. Свердління центрових отворів у зразку 1

2. випробування:

- свердління отворів у зразку 1 двома свердлами, відповідно до умов, наведених в таблиці 2, результати процесу оброблення наведені в таблиці 3 та рис. 3;
- вимірювання розмірів отворів штангенциркулем наведені в таблиці 4.
- свердління отворів у зразку 2 двома свердлами, відповідно до умов, наведених в таблиці 2, з метою визначення якості поверхонь отриманих отворів, результати процесу оброблення наведені в таблиці 5.

Таблиця 2

Умови оброблення		Інструмент			
Швидкість різання, м/хв	Наявність ЗОТС	Свердло 1	Свердло 2	Свердло 1	Свердло 2
		Зразок 1		Зразок 2	
19,73	-	1.1	2.1	1.1	2.1
	+	1.2	2.2	1.2	2.2
12,58	+	1.3	2.3	1.3	2.3
25,3	+	1.4	2.4		

В якості змащувально-охолоджуючого технологічного середовища (ЗОТС) використовувалася – макроемульсія для обробки алюмінієвих сплавів

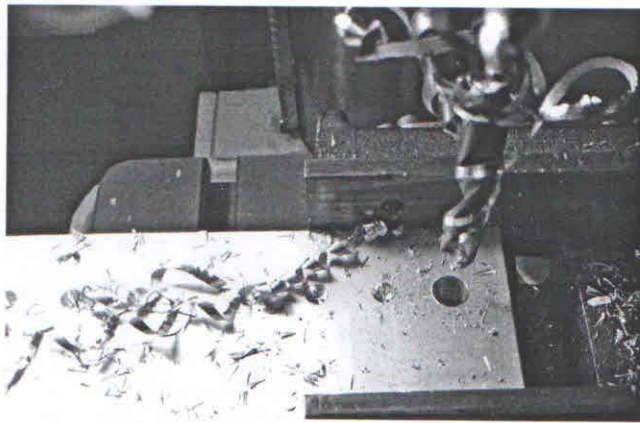
Таблиця 3

Результати дослідів свердління отворів у заготовці 1

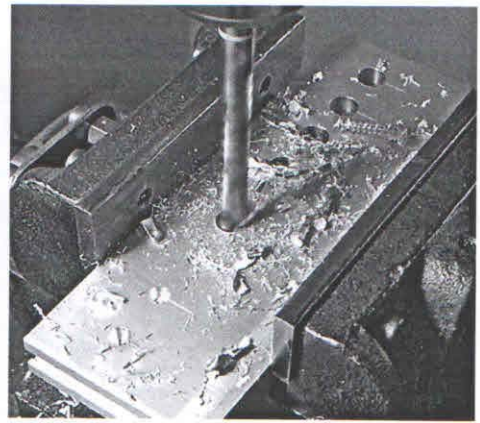
№№ дослідів		Висновки за дослідом
Свердло 1	1.1	Утворювалася стружка сколювання, з характерними гострими краями, також вона скручується навколо свердла. Стружка досить високої температури.
	1.2	В момент врізання свердла в шар матеріалу супроводжувався утворенням стружки зламу, слідом утворювалася стружка сколювання, яка скручувалася навколо свердла, за рахунок гострої спіральності вона не злітала з інструмента.
	1.3	На малих обертах отримана стружка почала більше походити на тип зливної, але гостра спіральність залишилась.
	1.4	Найгірший результат утворення отвору, що супроводжується закручуванням гострої стружки навколо свердла та досить сильними вібраціями. Подібний процес різання може завдати шкоди оператору. (результат аналогічний досліді 2.4)
Свердло 2	2.1	Температура стружки аналогічно досліді 1.1, але утворена стружка мала два типи, в момент врізання – стружка надламу, потім – зливна. Стружка не скручувалась навколо свердла.
	2.2	Утворення зливної стружки правильної форми, одного типу, з початку свердління й до його кінця.
	2.3	Стружка різної форми, досить хибка, коли тонку, коли товсту.
	2.4	Найгірший результат утворення отвору, що супроводжується закручуванням гострої стружки навколо свердла та досить сильними вібраціями. Подібний процес різання може завдати шкоди оператору. (результат аналогічний досліді 1.4)

Таблиця 4

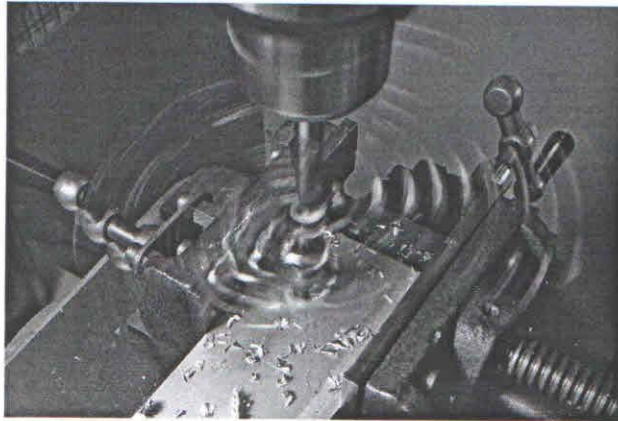
Інструмент	Свердло 1				Свердло 2			
Зразок отвору	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4
Виміряні значення діаметрів отворів	9,05	9,05	9,05	9,1	9,05	9,05	9,1	9,1
	9,01	9,01	9,1	9,1	9,05	9,05	9,05	9,1
	9,1	9,05	9,05	9,1	9,05	9,05	9,1	9,2
Середнє значення	9,05	9,04	9,07	9,10	9,05	9,05	9,08	9,13
Час оброблення, с	58	40	50	45	45	20	30	21



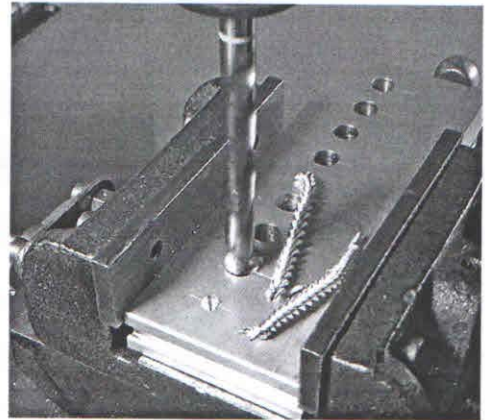
а



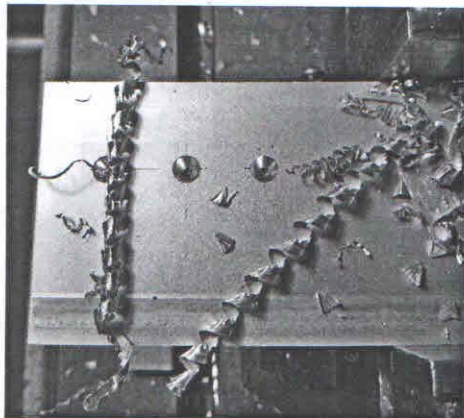
б



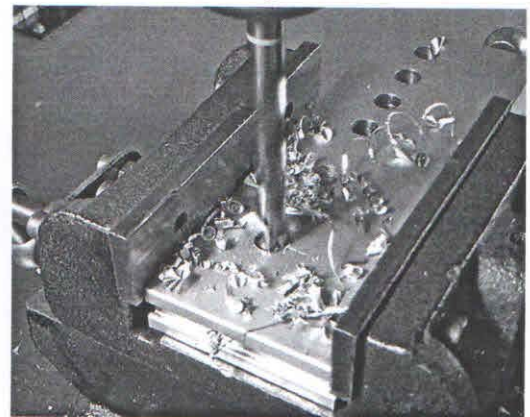
в



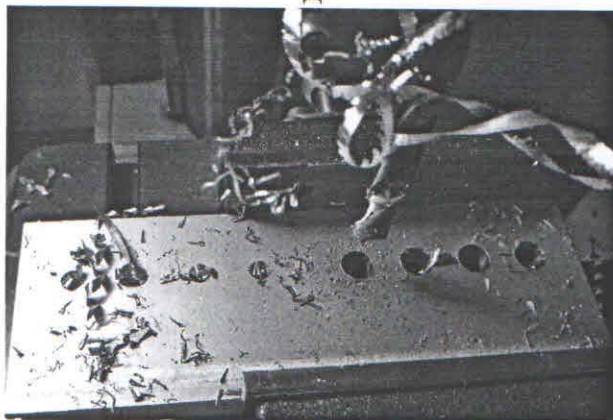
г



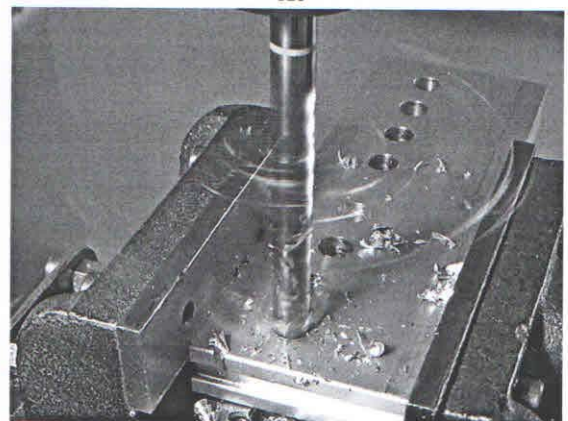
д



ж



к



л

Рисунок 3. Фотографії процесу свердління отворів:

а, в, д, к – свердло, що використовується;

б, г, ж, л – свердло запропонованої конструкції;

а, б, в, г – $V=19,73$ м/хв; д, ж – $V=12,58$ м/хв; к, л – $V=25,3$ м/хв;

а, б – без використання СОТС; в, г, д, ж, к, л – з використанням СОТС

Результати дослідів свердління отворів у заготовці 2

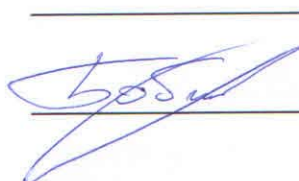
№№ дослідів		Висновки за дослідом
Свердло 2	2.1	Температура стружки аналогічно досліді 1.1, але утворена стружка мала два типи, в момент врізання – стружка надламу, потім – зливна. Стружка не скручувалась навколо свердла.
	2.2	Утворення зливної стружки правильної форми
	2.3	Намотування стружки (зливної та сколювання) на інструмент, прибрати яку дуже важко.

Висновки: Використання в конструкції свердла #2 раціональних геометричних параметрів та підточування поперечної-різальної кромки дає можливість збільшити продуктивність утворення отворів (зменшити час на оброблення), отримати стабільні розміри, по діаметру, отворів, зменшити навантаження на механізм подачі верстата, тобто, зменшити сили різання та отримати безпечну стружку, яка не намотується на інструмент та патрон верстата.

Випробування провели:



Ратніков С.П.



Бобков Д.С.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ
на проведення вимірювань в лабораторії вимірювальної техніки
ММІ КПІ ім. Ігоря Сікорського

ЗАТВЕРДЖУЮ

Пасічник В.А.

(завідувач кафедри)

07.05.19

(дата)

(підпис)

* **1. Підстава для проведення роботи**

Підстава та місце для проведення роботи: в рамках роботи бакалавра _____

Термін виконання: 13.05.2019-17.05.2019р

(початок – закінчення)

Підрозділ, виконавець: Плівак Олександр Анатолійович

* **2. Призначення проведених робіт**

вимірювання діаметрів та шорсткості поверхні отворів

(вид роботи, зміст роботи, вид звітності)

* **3. Вимоги до проведених робіт**

вимірювання діаметрів та шорсткості поверхні в зразках після свердління (6 зразків)

(вид робіт, точність, кількість, надійність, зберігання, транспортування)

* **4. Вимоги до отриманих результатів**

протокол вимірювань

(форма звітності)

5. Умови проведення робіт: температура навколишнього повітря 20° (±4°); відносна вологість при температура навколишнього повітря 20° - до 80%; атмосферний тиск 700–820мм.рт.ст.

6. Етапи виконання роботи

Етап та його зміст	Термін виконання	Результат та форма його подання (сформулювати конкретні результати, які передбачається отримати при виконанні даного етапу) Не переписувати назву етапу!
вимірювання діаметрів та шорсткості поверхні отворів	13.05.2019- 17.05.2019р	Порівняння точності отворів та їх шорсткості, отриманих різними інструментами на різних режимах оброблення

7. Очікувані результати

(креслення, реалізація результатів)

8. Матеріали та пристосування

(креслення, підрозділ, виконавець)

(підпис)

(дата)

(виконавець)

9. Додаткові умови

Від виконавця:

Плівак О.А.

(завідувач лабораторії)

7.05.19

(дата)

(підпис)

Виконавець

(виконавець)

(підпис)

(дата)

Від замовника:

Майданюк С.В.

(науковий керівник)

7.05.19

(дата)

(підпис)

Контактна особа:

Бобков Д.С.

(підпис)

7.05.19

(дата)

тел.:

e-mail:

* - Пункти, обов'язкові для заповнення.

ПРОТОКОЛ ВИМІРЮВАНЬ № 1/ПВ6-19
в лабораторії виміральної техніки ММІ НТУУ «КПІ»

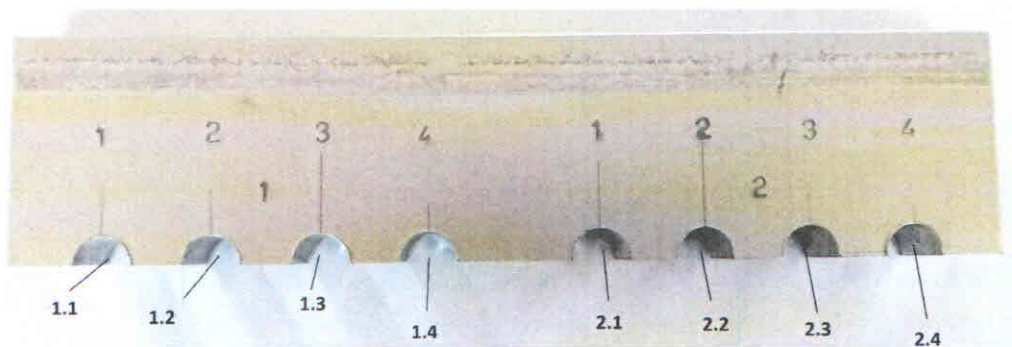
ЗАТВЕРДЖУЮ

Пасічник В.А.
(завідувач кафедри)
(підпис) 07.05.19
(дата)

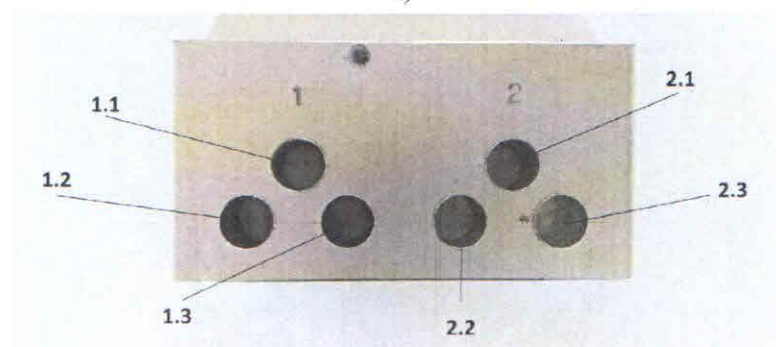
1. Зразки для випробувань: отвори після свердління в заготовках з алюмінієвого сплаву АД31Т товщиною 16мм, зовнішній вигляд яких неведено на рис. 1, режими оброблення наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Умови оброблення		Інструмент	
Швидкість різання, м/хв	Наявність ЗОТС	Свердло універсальне	Свердло спеціальне
Зразок 1			
19,73	-	1.1	2.1
	+	1.2	2.2
12,58	+	1.3	2.3
25,3	+	1.4	2.4
Зразок 2			
19,73	-	1.1	2.1
	+	1.2	2.2
12,58	+	1.3	2.3



а)



б)

Рисунок 1. зовнішній вигляд зразків: а) зразок 1, б) зразок 2

2. Порядок проведення вимірювань:

1. вимірювання діаметрів отворів;
2. вимірювався параметр якості оброблених поверхонь – шорсткість Ra.

Вимірювання досліджуваних параметрів проводилися вимірювальним обладнанням та інструментами, наведеними в таблиці 2.

Таблиця 2

№ п/п	Найменування випробувального обладнання	Межа вимірювання
1.	Нутромір індикаторний	6 - 10мм
2.	Профілометр MarSurf PS1 портативний	до 350мкм

3. Умови проведення робіт: температура навколишнього повітря 20° (±4°); відносна вологість при температура навколишнього повітря 20° - до 80%; атмосферний тиск від 700 до 820 мм.рт.ст.

4. Результати вимірювань:

- діаметрів отворів в двох взаємно перпендикулярних напрямках наведені в таблиці 3;
- шорсткості поверхонь Ra наведені в таблиці 4.

Таблиця 3

Шорсткість поверхні отворів – Ra, мкм

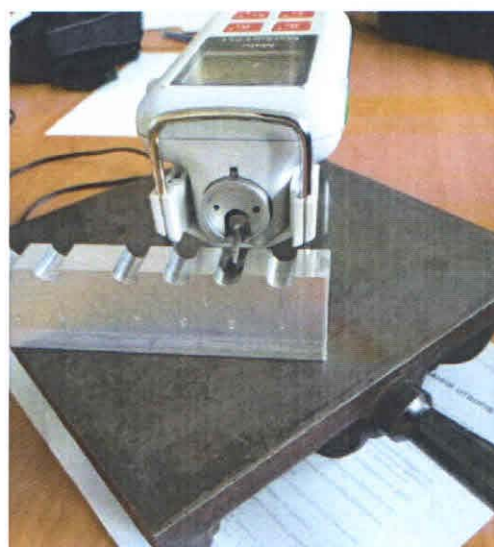
Інструмент		Свердло універсальне					
Зразок 2		1.1		1.2		1.3	
Напрямок вимірювання		1	2	1	2	1	2
Відхилення, мм		+0,02	+0,03	-0,01	+0,01	0	+0,01
		+0,08	+0,08	+0,04	+0,04	+0,04	+0,04
		+0,12	+0,13	+0,02	+0,05	+0,06	+0,05
	max	+0,13		+0,05		+0,06	
	min	+0,02		-0,01		0	
Вид відхилення		Конусоподібність		Бочкоподібність		Бочкоподібність	
Інструмент		Свердло спеціальне					
Зразок 2		2.1		2.1		2.1	
Напрямок вимірювання		1	1	1	1	1	1
Відхилення, мм		+0,05	+0,04	+0,05	+0,05	+0,06	+0,06
		+0,01	+0,03	+0,05	+0,05	+0,05	+0,05
		+0,05	+0,05	+0,04	+0,04	+0,04	+0,02
	max	+0,05		+0,05		+0,06	
	min	+0,01		+0,04		+0,02	
Вид відхилення		Сідлоподібність		-		Сідлоподібність	

Шорсткість поверхні отворів – Ra, мкм

Інструмент		Свердло універсальне				Свердло спеціальне			
Зразок 1		1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4
На вході		1,750	1,342	2,163	3,229	2,232	1,891	2,436	4,392
		1,950	1,307	1,987	2,543	2,241	1,778	1,615	4,837
		2,160	1,774	2,270	2,870	2,397	1,382	1,557	5,091
На виході		2,122	3,525	2,213	2,995	1,684	1,887	2,478	4,784
		3,849	3,379	2,294	2,553	2,221	1,413	1,960	5,092
		2,526	3,425	2,554	2,854	1,663	1,580	2,625	4,253
діапазон	max	3,525	2,554	3,229	2,397	1,891	2,625	5,092	6,292
	min	1,307	1,987	2,543	1,663	1,382	1,557	4,253	0,392
	середнє	2,459	2,247	2,841	2,073	1,655	2,112	4,742	3,275



а)



б)

Рисунок 2. Вимірювання зразків:

- а) діаметрів отворів в заготовці №2 за допомогою нутроміра;
 б) шорсткості поверхонь отворів в заготовці №1 за допомогою профілометра MarSurf PS1.

Виконавець:


 (підпис)

Плівак О.А.
 (завідувач лабораторії)

17.05.19
 (дата)

Затверджую:

Директор ТОВ з П "БІБУС Україна"



_____ (Позур С.В.)

"05" 06 2019 р.

М. П.

Акт
приймання робіт
науково-дослідної роботи

«Розробка конструкції та технології виготовлення свердла»

В результаті виконання робіт з розробки конструкції та технології виготовлення свердла для свердління отворів в алюмінієвих профілях, виконавець надав:

- робоче креслення свердла,
- методика профілювання інструменту для утворення гвинтових канавок свердла.,
- технологію виготовлення свердла,
- технологічні рекомендації відновлення працездатності свердла.

Результати роботи планується реалізувати при свердлінні отворів в алюмінієвих профілях.

Замовник:

Менеджер

Ратніков С.П.

Виконавець:

Завідувач кафедрою ІТМ

Пасічник В.А.

Асистент кафедри ІТМ

Майданюк С.В.

Студент групи МІ-пб1

Бобков Д.С.